



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

MODIFIKASI DESAIN JALAN BABAT - BTS.
KAB. JOMBANG DENGAN MENGGUNAKAN
RIGID PAVEMENT PADA STA 5+400 - STA
9+400 DI KABUPATEN LAMONGAN
PROVINSI JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa

FAJAR MALIK

NRP : 3114 030 134

REZA ALFATHAN PURNADI

NRP : 3114 030 146

Dosen Pembimbing

Ir. Ahmad Faiz Hadi Prayitno, M.S

NIP : 196303101989081004

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA (2017)



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

MODIFIKASI DESAIN JALAN BABAT - BTS.
KAB. JOMBANG DENGAN MENGGUNAKAN
RIGID PAVEMENT PADA STA 5+400 - STA
9+400 DI KABUPATEN LAMONGAN
PROVINSI JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa
FAJAR MALIK
NRP : 3114 030 134
REZA ALFATHAN PURNADI
NRP : 3114 030 146

Dosen Pembimbing
Ir. Ahmad Faiz Hadi Prayitno, M.S
NIP : 196303101989081004

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA (2017)



APPLIED FINAL PROJECT - RC 145501

DESIGN MODIFICATION ROAD OF BABAT - JOMBANG DISTRICT BOUNDARY USING RIGID PAVEMENT IN STA 5+400 - STA 9 +400 LAMONGAN DISTRICT EAST JAVA PROVINCE

Student Name

FAJAR MALIK

NRP : 3114 030 134

REZA ALFATHAN PURNADI

NRP : 3114 030 146

Consellor Lecture

Ir. Ahmad Faiz Hadi Prayitno, M.S

NIP : 196303101989081004

CIVIL ENGINEERING DIPLOMA 3 DEGREE

CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT

FACULTY OF VOCATION

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

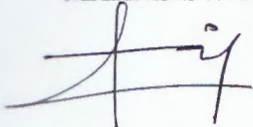
SURABAYA (2017)

LEMBAR PENGESAHAN
MODIFIKASI DESAIN JALAN BABAT – BTS. KAB.
JOMBANG PADA STA 5+400 – STA 9+400 DENGAN
MENGGUNAKAN *RIGID PAVEMENT* DI
KABUPATEN LAMONGAN PROVINSI JAWA TIMUR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Disusun Oleh:

MAHASISWA I



FAJAR MALIK
NRP: 3114030134

MAHASISWA II



REZA ALFATHAN P
NRP: 3114030146

Disetujui Oleh:



DOSEN PEMBIMBING

Ir. AHMAD FAIZ HADI PRAYITNO, M.S

NIP: 196303101989081004

24 JUL 2017

Surabaya, 21 Juli 2017

**MODIFIKASI DESAIN JALAN BABAT – BTS. KAB.
JOMBANG DENGAN MENGGUNAKAN *RIGID
PAVEMENT* PADA STA 5+400 – STA 9 +400 DI
KABUPATEN LAMONGAN PROVINSI JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa 1 : Fajar Malik
NRP Mahasiswa 1 : 3114030134
Nama Mahasiswa 2 : Reza Alfathan Purnadi
NRP Mahasiswa 2 : 3114030146
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil
Bidang Studi : Bangunan Transportasi
Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Faiz Hadi P.,MS
NIP : 19630310 1989031 004

ABSTRAK

Ruas jalan Babat – Bts. Kab. Jombang merupakan salah satu akses yang menghubungkan kota Babat dan kabupaten Jombang. Ruas jalan tersebut di prediksi akan dilalui oleh beberapa kendaraan berat. Selain itu jalan tersebut sering terganggu akibat longsornya tebing di sekitar ruas jalan yang mengakibatkan terganggunya pengguna jalan. Proyek peningkatan jalan Babat – Bts. Kab. Jombang merupakan proyek peningkatan jalan yang bertujuan untuk mengembalikan kualitas jalan dan memberikan pelayanan yang lebih baik pada pengguna jalan.

Perencanaan peningkatan ruas jalan Babat – Bts. Kab. Jombang STA 5+400 – STA 9+400 ini menggunakan struktur perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan pertimbangan umur rencana yang lebih panjang yaitu 20 tahun. Analisa perhitungan yang dilakukan pada perencanaan jalan ini diantaranya analisa kapasitas jalan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, perhitungan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003), kontrol geometrik jalan dengan

menggunakan Perencanaan Geometrik Jalan, Perencanaan Drainase dengan metode SNI 03-342-1994, dan perencanaan anggaran biaya menggunakan buku petunjuk teknis Harga Satuan Pokok (HSPK) 2015 ditambah dengan perkiraan kenaikan harga barang sesuai hingga tahun 2017 berdasarkan data inflasi Bank Indonesia (Mei 2017).

Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan pada awal tahun rencana s/d akhir umur rencana (2016-2036) untuk perencanaan ruas jalan tersebut didapatkan kesimpulan bahwa jalan tersebut tidak membutuhkan pelebaran. Tebal untuk perkerasan kaku adalah 20 cm dengan beton K-400. Hasil analisa kontrol geometrik jalan yang dilakukan tidak terdapat perubahan geometrik jalan pada ruas jalan ini. Perencanaan saluran tepi drainase menggunakan beton pracetak tipe U-Ditch dengan dimensi drainase yang bervariasi. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan proyek ini adalah sebesar **Rp. 13.533.153.176,18** (Terbilang Tiga belas Milyar Lima Ratus Tiga Puluh Tiga Juta Seratus Lima Puluh Tiga Ribu Seratus Tujuh Puluh Enam Rupiah).

Kata kunci : Perkerasan Beton Semen, Geometrik Jalan, Drainase.

**DESIGN MODIFICATION ROAD OF BABAT –
JOMBANG DISTRICT BOUNDARY
USING *RIGID PAVEMENT* IN STA 5+400 – STA 9 +400
LAMONGAN DISTRICT EAST JAVA PROVINCE**

Student Name 1 : Fajar Malik
Student's ID 1 : 3114030134
Student Name 2 : Reza Alfathan Purnadi
Student's ID 2 : 3114030146
Department : Teknik Infrastruktur Sipil
Field of Study : Bangunan Transportasi
Consellor Lecture : Ir. Achmad Faiz Hadi P.,MS
Lecture's ID : 19630310 1989031 004

ABSTRACT

Segment of road Babat – Jombang district is one of road access which connected between Babat and Jombang district. That road is predicted and will be acrossed by Heavy. Project improvement road of Pacitan – Ponorogo district is the improvement road project to restore the quality of road and give better service for the road users by give prevention method against the landslide that may occur at several point along the road

The planning of road improvement in road Babat – Jombang district STA 5+400 – STA 9+400 is using a rigid pavement structure with a longer age of planning considerations for 20 years. The method used in the planning of this road include road capacity analysis using Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, the calculating of rigid pavement thickness by using the Planning Guildlines Cement Concrete Pavement Road (Pd T-14-2003), Geometric Control path by using Geometric Roads Planning, Drainage planning by SNI 03-342- 1994, the budget plan by using Technical Manuals Principal Activities Unit Price

(HSPK) 2015 with addition of increase price of goods untill May 2017 based on Inflation Data Bank of Indonesia.

*Based from the calculation of the degree of saturation on the first year of planning until the end year of planning (year 2017-2037) for the planning of road is concluded that road does not need to be widened. The thickness of rigid pavement is 20 cm using K-400 concrete. The result of the road geometrical control that conducted is there is no changing of road geometrical in this road. The planning of drainage channel using a square form with a varied dimensions. The cost that needed for this project construction is **Rp. 13.533.153.176,18** (Said, Thirteen Billion and Five Hundred and Thirty Three Million One Hundred and Fifty Three Thousand One Hundred and Seventy Six Rupiah).*

Keywords: Rigid Pavement, Geometric, Drainage.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Modifikasi Desain Jalan Babat – Bts. Kab. Jombang STA 5 + 400 – STA 9 + 400 Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur ini dengan baik dan lancar. Segala hambatan dan rintangan yang telah kami alami dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini telah menjadi sebuah pelajaran dan pengalaman berharga bagi kami untuk meningkatkan kinerja kami.

Terwujudnya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, serta bantuan dari semua pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya patut kami berikan kepada :

1. Orang tua, yang selalu membantu, baik secara moral maupun material.
2. Ir. Achmad Faiz Hadi Prayitno, MS, selaku dosen pembimbing kami, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan kami, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
3. Teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya. Tetapi, tak ada gading yang tak retak, begitu juga dengan kami. Kami menyadari, bahwa dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan. Oleh sebab itu, kami mengharapkan koreksi dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Surabaya, Juli 2017

URAIAN SINGKAT

Transportasi adalah salah satu bagian dari kebutuhan dan kepentingan keseluruhan manusia yang disebabkan oleh adanya suatu sistem pergerakan atau perpindahan objek, baik berupa manusia ataupun barang dari satu tempat asal ke tempat tujuan yang dikehendaki. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan jalan, di mana jalan itu sendiri merupakan prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting untuk memperlancar kegiatan ekonomi di suatu daerah. Salah satu upaya untuk mewujudkan hal tersebut yaitu dengan melaksanakan pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya yang dikarenakan arus lalu lintas yang melewati semakin hari semakin bertambah padat.

Modifikasi Desain Jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400 ini menggunakan struktur perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan pertimbangan umur rencana yang lebih panjang yaitu 20 tahun. Analisa perhitungan yang dilakukan pada perencanaan jalan ini diantaranya analisa kapasitas jalan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, perhitungan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003), kontrol geometrik jalan dengan menggunakan Perencanaan Geometrik Jalan, Perencanaan Drainase dengan metode SNI 03-342-1994, dan perencanaan anggaran biaya menggunakan buku petunjuk teknis

Kata kunci : Perkerasan Beton Semen, Geometrik Jalan, Drainase.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	v
URAIAN SINGKAT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Lokasi	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Kapasitas Jalan	6
2.2.1 Analisa Kapasitas Jalan	6
2.2.2 Menentukan Kelas Jalan	6
2.2.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan	8
2.2.4 Kapasitas Jalan (C)	8

2.3	Kontrol Geometrik Jalan	18
2.3.1	Sistem Jaringan.....	19
2.3.2	Jarak Pandang.....	19
2.3.3	Penampang Melintang	23
2.3.4	Alinyemen Horizontal.....	27
2.3.5	Alinyemen Vertikal	34
2.4	Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	40
2.4.1.	Struktur Dan Jenis Perkerasan	42
2.4.2	Persyaratan Teknis.....	43
2.4.3	Beton Semen.....	47
2.4.4	Penentuan Besaran Rencana	47
2.4.5	Perencanaan Sambungan	52
2.4.6	Prosedur Perencanaan	55
2.4.7	Perencanaan Tulangan	62
2.5	Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi.....	63
2.5.1.	Analisa Data Hidrologi	64
2.6	Rencana Anggaran Biaya	74
2.6.1.	Umum.....	74
2.6.2.	Volume Pekerjaan.....	75
2.6.3.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan	75

BAB III

METODOLOGI.....	77
3.1 Pekerjaan Persiapan.....	77
3.3 Pengumpulan dan Pengolahan data	78
3.4 Survey Lokasi.....	78
3.5 Analisis dan Pengolahan Data	78
3.6 Kontrol Geometrik Jalan	79
3.7 Desain Struktur Perkerasan Kaku	79
3.8 Desain Drainase.....	80
3.9 Gambar Rencana	80
3.10 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	80
3.11 Kesimpulan dan Saran	80

BAB IV

PENGUMPULAN DATA.....	85
4.1 Umum.....	85
4.2 Pengumpulan Data	86
4.2.1 Peta Lokasi	86
4.2.2 Data Geometrik Jalan raya.....	86
4.2.3 Data Lalu Lintas	87
4.2.4 Data CBR	88
4.2.5 Data Curah Hujan	89
4.2.6 Gambar Kondisi Eksisting	90
4.3 Penyajian Data.....	90
4.3.1 Data Lalu Lintas	90

4.3.2	Data Curah hujan	93
BAB V		
	PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA	99
5.1	Analisa Data Lalu Lintas	99
5.1.1	FAstas Kondisi Jalan Eksisting.....	99
5.2	Perencanaan Geometrik Jalan	108
5.2.1	Kontrol Alinyemen	108
5.3	Koordinasi alinyemen	124
5.4	Perencanaan Perkerasan	125
5.4.1	Analisa Lalu Lintas	125
5.4.2	Perhitungan Tebal Perkerasan.....	136
5.4.3	Analisa CBR	137
5.4.4	Pondasi Bawah	138
5.4.5	Beton Semen.....	138
5.4.6	Umur Rencana	138
5.4.7	Perhitungan Tebal Pelat Beton.....	138
5.5	Perhitungan Penulangan dan Sambungan	148
5.6	Perencanaan Sistem Drainase	153
5.6.1	Pengolahan Data Curah Hujan.....	154
5.6.2	Penentuan Dimensi Drainase	158

BAB VI

METODE PELAKSANAAN	165
--------------------------	-----

6.1 Metode Pelaksanaan Peningkatan Ruas Jalan Babat – Bts.Kab Jombang STA 5+400 – 9+400 dengan Menggunakan Perkerasan Kaku	165
--	-----

6.1.1 Urutan Pekerjaan Peningkatan Ruas Jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400 dengan Menggunakan Perkerasan Kaku	165
--	-----

6.1.2 Skema Pengaturan Lalu Lintas	183
--	-----

BAB VII

RENCANA ANGGARAN BIAYA.....	185
-----------------------------	-----

7.1 Volume Pekerjaan	185
----------------------------	-----

7.2 Daftar Harga Satuan	189
-------------------------------	-----

7.3 Harga Satuan Pokok Pekerjaan.....	191
---------------------------------------	-----

7.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	200
--	-----

BAB VIII

PENUTUP	203
---------------	-----

8.1 Kesimpulan	203
----------------------	-----

8.2 Saran.....	207
----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	208
----------------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Bebas Hambatan	9
Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC _w)	10
Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCSP)	11
Tabel 2.4 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Perkotaan	12
Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC _w)	13
Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arag (FCSP)	14
Tabel 2.7 Kriteria Kelas Hambatan Samping	15
Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FCSF) Pada Jalan Perkotaan Dengan Bahu	16
Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota (FC _{CS})...	17
Tabel 2.10 Jarak Pandang Henti Minimum	21
Tabel 2.11 Jarak Pandang Menyiap minimum.....	22
Tabel 2.12 Tipe – Tipe Jalan.....	23
Tabel 2.13 Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan.....	24
Tabel 2.14 Lebar Median Jalan dan Lebar Jalur Tepian	27
Tabel 2.15 Panjang Bagian Lengkung Minimum	33
Tabel 2.16 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan untuk Jalan Arteri Perkotaan	34
Tabel 2.17 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti.....	36

Tabel 2.18 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti	38
Tabel 2.19 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana	49
Tabel 2. 20 Faktor keamanan beban	51
Tabel 2. 21 Langkah-Langkah Perencanaan Beton Semen	57
Tabel 2. 22 Ekivalen dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton	59
Tabel 2. 23 Ekivalen dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton	64
Tabel 2. 24 Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material	64
Tabel 2. 25 Periode Ulang	67
Tabel 2. 26 Nilai Y_n	67
Tabel 2. 27 Nilai S_n	68
Tabel 2. 28 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan	70
Tabel 2. 29 Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material	71
Tabel 2. 30 Kemiringan Melintang Perkerasan Bahu Jalan	73
Tabel 4.1 Karakteristik Jalan	87
Tabel 4.2 Volume LHR dari Tahun 2012-2014	87
Tabel 4.3 Nilai CBR untuk Ruas Jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400	88
Tabel 4.4 Data Curah Hujan Tahun 2005-2014	89
Tabel 4.5 Rekapitulasi Pertumbuhan Lalu Lintas Tiap Kendaraan	92
Tabel 4.6 Menentukan Standar Deviasi dari Data Curah Hujan	93

Tabel 4.7 Nilai Y_n	94
Tabel 4.8 Nilai Y_t	95
Tabel 4.9 Nilai S_n	95
Tabel 5.1 Rekapitulasi Perhitungan ΔH	99
Tabel 5.2 Rekapitulasi Sudut (Δ) Alinyemen Horizontal	101
Tabel 5.3 Tipe Alinyemen Berdasarkan	102
Tabel 5.4 Kapasitas Dasar pada Jalan Luar	102
Tabel 5.5 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu	103
Tabel 5.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah	104
Tabel 5.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan	104
Tabel 5.8 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Kondisi Jalan Eksisting 2/2 UD Tahun 2016	106
Tabel 5.9 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Kondisi Eksisting 2/2 UD Tahun 2037	106
Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan DS	107
Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal ...	113
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal	121
Tabel 5.13 Rekapitulasi Kontrol Fase Alinyemen	124
Tabel 5.14 Pertumbuhan rata-rata kendaraan	125
Tabel 5.15 Data Muatan dan Pengelompokan Kendaraan Niaga	126
Tabel 5.16 Pembagian Sumbu As (berdasarkan pengukuran beban)	126
Tabel 5.17 Data Lalu Lintas Rencana Tahun 2017	131
Tabel 5.18 Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan	132
Tabel 5.19 Jumlah Lajur Berdasar Lebar Perkerasan	135
Tabel 5.20 Faktor Keamanan Beban	135

Tabel 5.21 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana	136
Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi .	145
Tabel 5.23 Hubungan antara Tebal Pelat Beton dengan Diameter Ruji	151
Tabel 5.24 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana	154
Tabel 5.25 Y_n	155
Tabel 5.26 S_n	156
Tabel 5.27 Y_t	156
Tabel 6. 1 Nilai Uji Slump untuk Pekerjaan Beton	175
Tabel 6. 2 Nilai Kuat Tekan Minimum Beton.....	176
Tabel 7.1 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Galian Tanah.....	185
Tabel 7.2 Harga Satuan Pekerja.....	189
Tabel 7.3 Harga Satuan Alat Berat	190
Tabel 7.4 Harga Satuan Alat Berat	190
Tabel 7.5 HSPK Pengukuran Lapangan.....	191
Tabel 7.6 HSPK Pekerjaan Saluran Drainase.....	192
Tabel 7.7 HSPK Pekerjaan Urugan Tanah Dengan Pemadatan	193
Tabel 7.8 HSPK Pekerjaan Instalasi Saluran Drainase	194
Tabel 7.9 HSPK Pekerjaan Beton K-400	195
Tabel 7.10 HSPK Pekerjaan Pembesian (Polos)	196
Tabel 7.11 HSPK Pekerjaan Pembesian (Ulir).....	197
Tabel 7.12 HSPK Pekerjaan Instalasi Bekisting.....	198
Tabel 7.13 HSPK Pekerjaan Minor	199
Tabel 7.14 Tabel Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	200

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek	4
Gambar 2.1 Jarak Pandang Menyiap	21
Gambar 2.2 Tipikal Kemiringan Melintang Bahu Jalan.....	26
Gambar 2.3 Bentuk Lengkung Full Circle.....	28
Gambar 2.4 Bentuk Lengkung Spiral-Circle-Spiral.....	30
Gambar 2.5 Bentuk Lengkung Spiral- Spiral	32
Gambar 2.6 Pandang Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)	35
Gambar 2.7 Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung	36
Gambar 2.8 Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)	37
Gambar 2.9 Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$)	38
Gambar 2.10 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku.....	40
Gambar 2.11 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen	44
Gambar 2.12 R Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah	45
Gambar 2.13 Sambungan Memanjang (Tie Bars).....	52
Gambar 2.14 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji	54
Gambar 2.15 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji	54
Gambar 2.16 Sistem Perencanaan Beton Semen	56
Gambar 2.17 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton	60
Gambar 2.18 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktis Erosi, Dengan Bahu Beton	61
Gambar 2. 19 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan	63
Gambar 2.20 Kurva Basis	68

Gambar 3.1 Bagan Metodologi Proyek Akhir	82
Gambar 3.1 Bagan Metodologi Proyek Akhir	82
Gambar 3.2 Bagan Metodologi Perkerasan Kaku	83
Gambar 4.2 Kondisi Eksisting Proyek	90
Gambar 4. 4 Kurva Basis	96
Gambar 5.1 Sketsa Lengkung Vertikal Cembung STA	114
Gambar 5.2 Sketsa Lengkung Vertikal Cekung STA	118
Gambar 5.4 Grafik Analisa Erosi STRT $t = 20$ cm	139
Gambar 5.5 Grafik Analisa Fatik STRT $t = 20$ cm	140
Gambar 5.6 Grafik Analisa Erosi STRG $t = 20$ cm	141
Gambar 5.7 Grafik Analisa Fatik STRG $t = 20$ cm	142
Gambar 5.8 Grafik Analisa Erosi STdRG $t = 20$ cm	143
Gambar 5.9 Grafik Analisa Fatik STdRG $t = 20$ c m	144
Gambar 5.10 Sketsa Perkerasan Kaku	146
Gambar 5.11 Sambungan Susut Melintang (Contraction Joint)	151
Gambar 5.12 Sambungan Susut Memanjang (Construction Joint)	152
Gambar 5.13 Denah Penulangan dan Sambungan	152
Gambar 5.14 Kurva Basis untuk Menentukan nilai I	159
Gambar 6. 10 Proses Pemasangan	171
Gambar 6. 10 Proses Pemasangan	171
Gambar 6. 11 Persiapan Lahan beserta Pemasangan dowel dan tie bars.....	172
Gambar 6. 12 Alat Fixedform Concrete Paver	173
Gambar 6. 13 Peta Lokasi Batching Plant.....	174
Gambar 6. 14 Benda Uji untuk Tes Slump dan Uji Kuat Taik Lentur...	175

Gambar 6. 14 Benda Uji untuk Uji Kuat Tekan.....	175
Gambar 6. 15 Proses Penghamparan Beton.....	176
Gambar 6. 16 Penghamparan Beton dengan Fixedform Concrete Paver Manual	177
Gambar 6. 17 Alat	177
Gambar 6. 19 Proses Cutting	178
Gambar 6. 20 Proses Curing	178
Gambar 6. 21 Pemasangan Plastic	179
Gambar 6. 22 Pengisian Joint	179
Gambar 6. 23 Flow Chart Pekerjaan Perkerasan Beton	182
Gambar 6. 24 Skema Pengaturan Lalu-Lintas dari arah Ponorogo -Pacitan....	184
Gambar 6. 25 Skema Pengaturan Lalu-Lintas dari arah Pacitan - Ponorogo.....	184
Gambar 7.1 Pekerjaan Galian	185
Gambar 7.2 Pekerjaan Urugan	187
Gambar 8.1 Saluran Drainase	204
Gambar 8.2 Metode Pelaksanaan	204

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ruas Babat – Bts. Kab Jombang di Kabupaten Lamongan merupakan akses jalan Kolektor yang dilalui oleh berbagai macam kendaraan mulai kendaraan ringan sampai kendaraan berat. Ruas jalan Babat – Bts. Kab. Jombang saat ini merupakan salah satu akses jalan utama dari babat menuju Jombang atau sebaliknya, sehingga ruas jalan tersebut sangat memegang peranan penting dalam pengembangan wilayah untuk daerah tersebut.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, diambil judul tentang Modifikasi Perencanaan Jalan Babat – Bts. Kab. Jombang dengan menggunakan *rigid pavement* pada STA 5+400 – 9+400. Alasan diadakan proyek pembangunan jalan ini dikarenakan untuk mengatasi kemacetan, memperlancar distribusi barang dan jasa, sehingga dapat meningkatkan perekonomian, kesejahteraan dalam kehidupan sosial di masyarakat, serta menambah akses dalam transportasi.

Pada perencanaan Jalan Ruas Babat – Bts. Kab. Jombang ini, perencanaan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dikarenakan untuk mencapai desain umur rencana (UR) 20 tahun. Diharapkan pembangunan ini dapat mendukung kelancaran dan kenyamanan berlalu lintas.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang di atas, maka perumusan masalah ditinjau dari segi teknis perencanaan jalan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Berapa hasil analisa kapasitas jalan
2. Berapa ketebalan perkerasan kaku untuk Umur Rencana jalan (UR) 20 mendatang ?
3. Berapa dimensi saluran tepi yang direncanakan untuk jalan tersebut setelah diperlebar ?
4. Berapa rancana anggaran biaya untuk pekerjaan peningkatan jalan pada segmen jala yang direncanakan ?
5. Bagaimana metode pelaksanaan dalam proyek jalan ini ?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat permasalahan yang ada begitu luas, maka kami memberikan batasan permasalahan. Batasan masalah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak merencanakan desain bangunan pelengkap seperti jembatan dan gorong-gorong.
2. Tidak merencanakan waktu pekerjaan.
3. Melakukan survey lalu lintas bila diperlukan.

1.4 Tujuan Penulisan

Dengan berlandaskan pada masalah diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kapasitas jalan pada jalan yang direncanakan
2. Mengontrol geometrik jalan pada segmen yang direncanakan
3. Menghitung tebal perkerasan kaku untuk Umur Rencana (UR) 20 tahun mendatang.
4. Merencanakan dimensi saluran tepi jalan (drainase)
5. Menghitung anggaran biaya yang dibutuhkan.
6. Merencanakan metode pelaksanaan apa saja yang harus dikerjakan.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat dari pekerjaan perencanaan Jalan Ruas Babat – Bts. Kab. Jombang ini adalah :

1. Memahami dan mengetahui tata cara desain modifikasi peningkatan jalan dengan rigid pavement dengan kualitas sesuai Umur Rencana (UR).
2. Mampu menentukan spesifikasi teknik yang diperlukan untuk proyek Ruas Jalan.
3. Mampu merencanakan peningkatan jalan dan dimensi saluran tepi jalan.
4. Mampu merencanakan metode pelaksanaan dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.6 Lokasi

Lokasi jalan yang akan didesain ulang adalah :



Gambar 1.1 Lokasi Proyek

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan teori dasar yang digunakan sebagai dasar acuan perhitungan dalam proses pengolahan data adalah :

2.1 Umum

Sebagai langkah awal dalam merencanakan jalan adalah menentukan jenis konstruksi jalan tersebut. Kemudian, melaksanakan semua prosedur perencanaan jalan sesuai dengan konstruksi yang dipilih, sehingga menghasilkan perencanaan jalan yang akurat, agar dalam pelaksanaannya nanti memberikan hasil yang optimal dan dapat memecahkan masalah yang telah diprediksi sampai umur rencana.

Sebagai dasar perencanaan jalan ini, tidak terlepas dari kerangka acuan yang telah diteapkan, khususnya standart-standart yang telah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga dan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia pada umumnya.

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori yang akan digunakan dalam perencanaan jalan Proyek Akhir, yang meliputi :

- a Analisa Kapasitas Jalan
- b Kontrol geometrik jalan
- c Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan
- d Perencanaan saluran tepi jalan (Drainase)
- e Perhitungan anggaran biaya

2.2 Kapasitas Jalan

2.2.1 Analisa Kapasitas Jalan

Analisa kapasitas jalan bertujuan untuk mengetahui kapasitas jalan pada arah tertentu yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki sekarang dan yang akan datang. Sesuai dengan MKJI tahun 1997, analisa kapasitas jalan dilakukan pada masing-masing jalur jalan yang direncanakan.

Pada sub bab ini, akan dijabarkan mengenai penentuan kapasitas jalan pada kondisi eksisting dan penentuan nilai Derajat Kejenuhan (DS). Hal ini digunakan sebagai langkah awal untuk menentukan lebar jalan guna mengakomodasi pertumbuhan lalu lintas hingga akhir rencana.

Sedangkan LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata) adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam untuk kedua jurusan. LHR untuk setiap jenis kendaraan ditentukan awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa menggunakan median, maupun menggunakan median.

2.2.2 Menentukan Kelas Jalan

Menurut UU 38/2004 pasal 8 tentang jalan, pada dasarnya jalan umum dibagi dalam 5 kelompok berdasarkan fungsinya, yaitu :

- a Jalan Arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan

sejumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

- b Jalan Kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan / pembagian dengan ciri-ciri perjalanan sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c Jalan Lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d Jalan Nasional, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan menteri. Jalan umum yang termasuk jalan nasional disebut Jalan Negara.
- e Jalan Daerah, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh pemerintah daerah. Jalan umum dikelompokkan kedalam :
 - Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat 1 dapat disebut sebagai Jalan Provinsi.
 - Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat 1 dapat disebut sebagai Jalan Kabupaten/Kotamadya.
 - Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat 1 dapat disebut sebagai Jalan Desa.

2.2.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan

Pertumbuhan lalu lintas (%) merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung volume lalu lintas rencana. Volume lalu lintas adalah salah satu komponen dasar perencanaan jalan yang digunakan untuk menghitung volume kendaraan yang akan mempergunakan jalan, jika jalan dibuka untuk lalu lintas. Dalam perencanaan pertumbuhan lalu lintas, yang diperhitungkan adalah :

- a Pertumbuhan lalu lintas sebelum jalan dibuka adalah penambahan volume lalu lintas yang telah menggunakan jalan sebelum jalan dibuka, diambil dari data lalu lintas harian rata-rata, sebaiknya minimal 5 tahun ke belakang.
- b Pertumbuhan lalu lintas pada saat ini, penambahan volume lalu lintas pada saat jalan baru dibuka ditambah lalu lintas yang tertarik setelah jalan dibuka.
- c Pertumbuhan lalu lintas yang akan datang, penambahan volume lalu lintas pada saat ini ditambah lalu lintas yang dibangkitkan.

2.2.4 Kapasitas Jalan (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu geometrik, distribusi arah dan kombinasi lalu lintas, serta faktor lingkungan

2.2.4.1 Main Road

untuk jalan hambatan pada *main road*, berlaku ketentuan sebagai berikut :

$$C = Co \times FCw \times FCsp \left(\frac{smp}{jam} \right)$$

Dimana :

a Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar meru[akan arus lalu lintas total pada suatu bagian jalan untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi lingkungan, volume lalu lintas dan geometrik jalan). Tipe alinyemen mempengaruhi kapasitas dasar total bagian jalan seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Bebas Hambatan

Tipe Jalan Bebas Hambatan / Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar (smp/jam/lajur)
▪ Datar	2300
▪ Bukit	2250
▪ Gunung	2150

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

b Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Faktor penyesuaian kapasitas ini tergantung dari lebar efektif jalur lalu lintas, tipe jalan tersebut terlihat

pada tabel **Tabel 0.2 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur (FC_w)** untuk jalan perkotaan empat lajur terbagi, sebagai berikut :

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Tipe Jalan Bebas Hambatan	Lebar Efektif Jalur Lalu-Lintas W_c (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur 3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah 6,5	0,96
	7	1,00
	7,5	1,04

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

c **Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah**

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan. Cara menemukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCSP)

Pemisah Arah		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCSP	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

d Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari pembagian arus lalu lintas dengan kapasitas kendaraan yang ada. Derajat Kejenuhan ini diberi batasan 0,75. Bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas. Jadi harus ada pelebaran jalan. Derajat Kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus dibawah ini

Rumus yang digunakan :

$$DS = Q/C$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas
(smp/jam)

$$\text{Syarat} = Q/C < 0,75$$

2.2.4.2 *Frontage Road*

Untuk jalan perkotaan, berlaku ketentuan sebagai berikut :

$$C = Co \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{cs} \text{ (}^{smp}/jam\text{)}$$

Dimana :

- a Kapasitas Dasar (Co) dapat ditentukan berdasarkan tabel

Tabel 2.4 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
4/2 D atau jalan satu arah	1650	Per lajur (satu arah)
4/2 UD	1500	Per lajur
2/2 UD	2900	Total dua arah

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Perkotaan

- b Faktor penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w) adalah berdasar pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_e) dan tipe jalan. Berikut adalah tabel untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w). Faktor penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w) untuk jalan perkotaan dua lajur tak terbagi, sebagai berikut :

**Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat
Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)**

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas (m)	FC_w
4/2 D atau jalan satu arah	Lebar per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,5	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
4/2 UD	Lebar per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
2/2 UD	Lebar jalur 2 arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan antar Kota

**c Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat
Pemisah Arah (FC_{SP})**

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCSP)

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _P A	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan antar Kota

d Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})

Faktor akibat hambatan samping tergantung pada lebar efektif bahu jalan dan banyaknya aktivitas samping jalan, seperti pejalan kaki, pemberhentian angkutan umum dan kendaraan lain, kendaraan berjalan dengan lambat, kendaraan keluar masuk dari lahan samping jalan, ditentukan berdasarkan tabel 2

Tabel 2.7 Kriteria Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kode	Nilai Frekuensi Kejadian dikali Bobot	Ciri-Ciri Khusus
Sangat Rendah	SR	<100	Daerah Pemukiman
Rendah	R	100 – 299	Daerah Pemukiman, beberapa kendaraan umum, dsb
Sedang	S	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	T	500 – 899	Daerah Komersial., aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat Tinggi	ST	>900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan antar Kota

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping adalah berdasar pada lebar efektif bahu (W_s) dan kelas hambatan samping. Berikut adalah tabel untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping.

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FCSF) Pada Jalan Perkotaan Dengan Bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif rata-rata (W_s)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	SR	0,96	0,99	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,87	0,91	0,94	0,98
	ST	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan antar Kota

e Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota (FC_{cs})

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota (FC_{cs})

Ukuran Kota Jutaan Penduduk	Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota (FC _{cs})
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,55 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan antar Kota

f Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah ratio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Perencanaan jalan perkotaan harus dapat memastikan, bahwa Derajat Kejenuhan (DS) tidak melebihi nilai yang dapat diterima yaitu 0,75.

Rumus yang digunakan :

$$DS = Q/C$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas
(smp/jam)

Syarat = $Q/C < 0,75$

2.3 Kontrol Geometrik Jalan

Kontrol geometrik jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan, lebar bahu jalan, tipe alinyemen, kebebasan samping, jarak pandang, serta kemiringan melintang. Adapun tujuan dari kontrol geometrik adalah untuk mengetahui tipe alinyemen pada proyek tersebut. Tipe alinyemen dapat ditentukan dengan menghitung lengkung vertikal dan lengkung horizontal.

Lengkung horizontal adalah perbandingan antara jumlah setiap lengkung yang telah diubah menjadi radian dengan panjang jalan (km), sedangkan lengkung vertikal adalah perbandingan antara beda tinggi elevasi jalan (m) dengan panjang jalan (km). Sehingga dapat terlihat gambaran kemiringan datar, alinyemen bukit, dan alinyemen gunung.

Umumnya, geometrik pada jalan raya terbagi menjadi 2, yaitu :

- 1 Alinyemen Horizontal
- 2 Alinyemen Vertikal

2.3.1 Sistem Jaringan

Sistem jaringan terdapat dua jenis, yaitu primer dan sekunder. Sistem jaringan primer adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi, untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota. Yang dimaksud dengan simpul distribusi adalah suatu simpul yang terjadi akibat berlakunya pola-pola efisiensi pada arus barang atau orang. Jaringan primer ini berkaitan erat dengan jalan dari segi pelayanannya, seperti jalan arteri, kolektor, dan lokal.

Sistem jaringan jalan sekunder adaah jaringan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota. Jaringan sekunder ini sangat berperan penting membangun pengembangan kota yang menurut pelayanannya, seerti jalan arteri, kolektor, dan jalan lokal

2.3.2 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah panjang bagian jalan di depan pengemudi yang dilihat secara jelas dari kedudukan pengemudi.

Untuk mendapatkan keamanan dari lalu lintas dalam menghadapi penghalang yang berada pada lintas sejajar, maupun berlawanan. Sehingga, diperlukan jarak pandang guna menghasilkan kendaraan, maupun gerakan menyiap kendaraan lain di depannya.

a Jarak Pandang Henti (Ss)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi dengan kecepatan rencana untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak pandang henti terdiri dari 2 elemen jarak, yaitu :

- 1) Jarak awal reaksi (Sr), adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- 2) Jarak awal pengereman (Sb), adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai dengan kendaraan tersebut berhenti.

Jarak Pandang Henti (Ss) :

$$Sr = 0,275 \times Vr \times T + 0,039 \frac{Vr^2}{a}$$

Dimana :

Vr : Kecepatan rencana (km/jam)

T : Waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

A : Tingkat perlambatan
(meter/detik²), ditetapkan 3,4 meter/detik²

Berikut adalah jarak henti (Jh) minimum yang dihitung dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai kecepatan rencana (Vr).

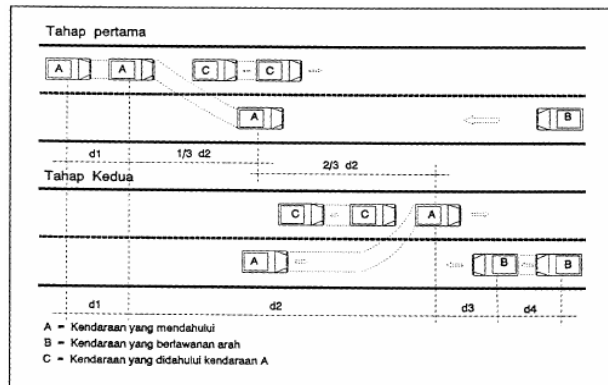
Tabel 2.10 Jarak Pandang Henti Minimum

V _r (km/h)	120	100	80	60	50	50	40	30
S _s min	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota, No. 038/TBM/1997

b Jarak Pandang Menyiap

Jarak pandang menyiap adalah jarak yang diperlukan pengemudi untuk dapat mendahului kendaraan lain pada jalan dua jalur dengan aman. Jarak pandang mendahului dapat diukur berdasarkan tinggi mata pengemudi yang diasumsikan dan tinggi dari halangan.



Gambar 2.1 Jarak Pandang Menyiap

- Jarak Pandang Menyiap (JPM)

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Dimana :

$$d_1 = 0,278 \times (V - m + \frac{1}{2}at)$$

- Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

$$d_2 = 0,278 \times Vt_2$$

- Jarak yang ditempuh selama mendahului (m)

$$d_3 = 30 - 100 \text{ m}$$

- Jarak kendaraan mendahului dengan kendaraan berlawanan arah (m)

$$d_4 = \frac{2}{3}d^2$$

- Jarak yang ditempuh kendaraan yang datang dari arah berlawanan (m)

Jarak pandang menyiap minimum dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.11 Jarak Pandang Menyiap minimum

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd(m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota, No. 038/TBM/1997

2.3.3 Penampang Melintang

Penampang melintang jalan adalah potongan suatu jalan tegak lurus terhadap as jalan yang menunjukkan bentuk dan susunan bagian jalan dalam arah melintang. Penampang melintang terdiri dari jalur lalu lintas, bahu jalan, saluran samping, median, trotoar, jalur sepeda, sepedator, jalur lambat, dan lereng.

a Jalur Lalu Lintas Kendaraan

Jalur lalu lintas kendaraan adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batas jalur lalu lintas dapat berupa median jalan, bahu jalan, trotoar, dan sepedator jalan.

Tabel 2.12 Tipe – Tipe Jalan

Tipe Jalan	Jalur di sisi jalan utama	
	Perlu jalur lambat	Perlu trotoar
2-lajur-2-arrah-tak terbagi	■	■
4-lajur-2-arrah terbagi	■ ■	■ ■
6-lajur-2-arrah terbagi	■ ■	■ ■
Lebih dari 1 lajur-1-arrah	■ ■	■ ■

Catatan :

■ = disarankan dilengkapi tergantung kebutuhan

■ ■ = dilengkapi

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota, No. 038/TBM/1997*

b Lebar Jalur

Lebar jalur ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur, serta bahu jalan. Tabel menetapkan ukuran lebar lajur dan bahu jalan sesuai dengan kelas jalannya. Lebar jalur minimum adalah 4,5 m, memungkinkan 2 kendaraan lebar maksimum 2,5 m yang terjadi sewaktu-waktu dapat memanfaatkan bahu jalan.

Tabel 2.13 Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6	1,5	4,5	1	6	1,5	4,5	1	6	1	4,5	1
3.000 - 10.000	7	2	6	1,5	7	1,5	6	1,5	7	1,5	6	1
10.001 - 25.000	7	2	7	2	7	2	**)	**))	-	-	-	-
>25.000	2nx3,5*)	2,5	2×7,0*)	2	2nx3,5*)	2	**))	**))	-	-	-	-

Keterangan : **)= Mengacu pada persyaratan ideal

*) = 2 jalur terbagi, masing – masing $n \times 3,5$ m, di mana n= Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota, No. 038/TBM/1997

Pada jalan arteri, jalur kendaraan tidak bermotor disarankan dipisah dengan jalur kendaraan bermotor. Bila banyak kendaraan lambat, jalur boleh lebih lebar. Lebar bahu jalan sebelah dalam pada median yang datar, minimum sebesar 0,50.

c Lajur

Apabila lajur dibatasi oleh marka garis membujur terputus, maka lebar lajur diukur dari sisi dalam garis tengah marka garis tepi jalan sampai dengan garis tengah marka garis pembagi arah pada jalan 2 lajur 2 arah atau sampai dengan garis tengah garis pembagi lajur pada jalan berlajur lebih dari satu. Apabila lajur dibatasi oleh marka garis membujur utuh, maka lebar lajur diukur dari masing-masing tepi sebelah dalam marka membujur garis utuh.

d Kemiringan Melintang Jalan

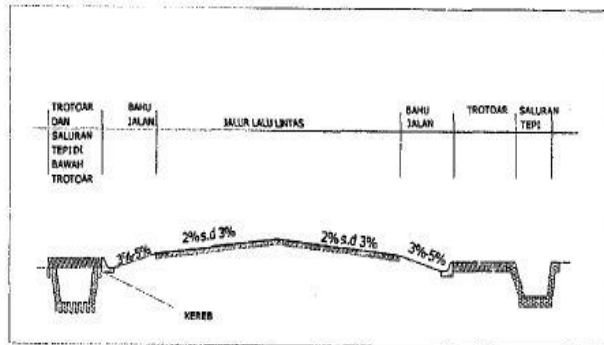
Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada bagian alinyemen jalan yang lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :

- Untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton/semen, kemiringan melintang 2-3, pada jalan berlajur lebih dari 2, kemiringan melintang ditambah 1% ke arah yang sama.
- Untuk jenis perkerasan lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

e Bahu Jalan

- Kemiringan melintang bahu jalan yang normal adalah 3-5%.
- Lebar minimal bahu jalan untuk bahu luar dan bahu dalam dapat dilihat di tabel.
- Untuk jenis perkerasan lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

- Ketinggian permukaan bahu jalan harus menerus dengan permukaan perkerasan jalan.



Gambar 2.2 Tipikal Kemiringan Melintang Bahu Jalan

f Median Jalan

- Fungsi median jalan adalah :
 - ✓ Memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah.
 - ✓ Mencegah kendaraan belok kanan.
 - ✓ Lapak tunggu penyebrang jalan.
 - ✓ Penempatan fasilitas pendukung jalan.
 - ✓ Cadangan lajur (jika cukup luas).
 - ✓ Tempat prasarana kerja sementara.
 - ✓ Dimanfaatkan untuk jalur hijau.
- Jalan dua arah dengan empat lajur atau lebih harus dilengkapi median.
- Jika lebar ruang yang tersedia untuk median $< 2,5$ m, median harus ditinggikan atau dilengkapi dengan pembatas fisik, agar tidak dilanggar oleh kendaraan.
- Lebar minimum media, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur,

ditetapkan sesuai tabel. Dalam hal pengguna median untuk pemasangan fasilitas jalan, agar dipertimbangkan keperluan ruang bebas kendaraan untuk setiap arah.

Tabel 2.14 Lebar Median Jalan dan Lebar Jalur Tepian

Bentuk Median	Lebar Minimum (m)
Ditinggikan	2,00
Direndahkan	7,00

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota, No. 038/TBM/1997*

2.3.4 Alinyemen Horizontal

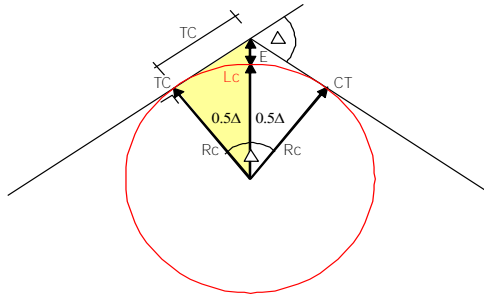
Alinyemen horizontal adalah garis-garis proyeksi yang tegak lurus sumbu jalan bidang peta situasi jalan. Bagian yang sangat kritis dari alinyemen horizontal adalah tikungan, karena pada tikungan akan bekerja gaya sentrifugal.

a Bentuk Tikungan

Tikungan terdiri atas 3 bentuk umum, yaitu :

- **Lengkung Full Circle (FC)**

Yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam. Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dengan sudut tangent yang relatif kecil.



Gambar 2.3 Bentuk Lengkung Full Circle

Dimana :

PI : Point of Intersection

Δ : Sudut Tangen (derajat)

Tc : Tangen Circle

Rc : Jari-jari (m)

Rumus-rumus yang digunakan adalah :

- $Tc = R \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \frac{\theta_s \cdot \pi R_c}{90}$
- $E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R$
- $Lc = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) + R$

Keterangan :

Tc : Panjang tangen dari PI (Point of Intersection)

m : Titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

R : Jari-jari alinyemen horizontal (m)

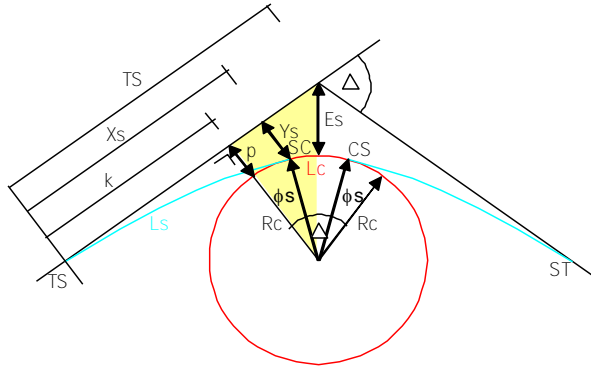
Δ : Sudut alinyemen horizontal ($^{\circ}$)

E: Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)

L_c : Panjang busur lingkaran (m)

- **Lengkung Spiral Circle Spiral (SCS)**
Yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral. Lengkung spiral-circle-spiral ini dikenal dengan lengkung peralihan (L_s), yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R . pada umumnya digunakan jika panjang $L_c > 20$ meter. Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang ditentukan untuk bentuk full circle. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana.
Jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak boleh mengakibatkan adanya kemiringan tikungan lebih dari harga maksimum yang ditentukan. Jari-jari lengkung ditentukan berdasarkan kemiringan tikungan, tikungan maksimum dan koefisien gesek melintang maksimum.

Gambar tikungan spiral circle spiral dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.4 Bentuk Lengkung Spiral-Circle-Spiral

Keterangan :

- TS : Tangen spiral, titik peralihan dari lurus ke bentuk spiral
- SC : Spiral circle, titik peralihan dari spiral ke circle
- CS : Circle spiral, titik peralihan dari circle ke spiral
- PI : Point of Intersection, titik pertemuan kedua tangen
- Δ : sudut perpotongan kedua tangen
- θ_s : sudut pusat lengkung spiral TS-CS atau ST-CS
- θ_c : sudut pusat sudut lingkaran

Rumus-rumus yang digunakan adalah :

- $\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi \cdot R}$
- $\theta_c = \beta - 2\theta_s$
- $L_c = \frac{(\beta - 2\theta_s)\pi R}{180}$
- $L = L_c + 2L_s$
- $p = \frac{L_s}{6R} - R(1 - \cos\theta_s)$
- $k = L_s - \frac{L_s^2}{40R^2} - R\sin\theta_s$
- $T_s = (R + p)tg\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k$
- $E_s = \frac{(R+p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R$
- $X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R^2}\right)$
- $Y_s = \left(\frac{L_s^2}{6R}\right)$

Jika menggunakan tabel :

$$p = p * xL_s$$

$$k = k * xL_s$$

Keterangan :

θ_s : sudut spiral pada titik SC.

LS : panjang lengkung spiral.

R : jari-jari alinyemen horizontal.

Δ : sudut alinyemen horizontal. ($^\circ$)

L_c : panjang busur lingkaran. (m)

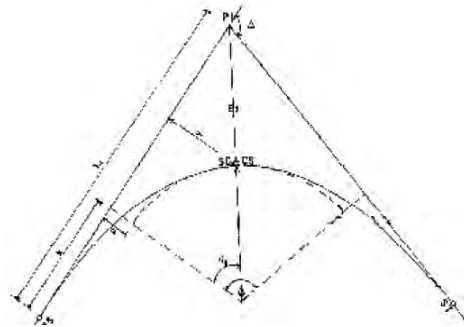
T_s : jarak titik TS dari PI. (m)

: titik awal mulai masuk ke daerah lengkung.

E : jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran. (m)

X_s, X_s : koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC). (m)

- Spiral spiral, yaitu tikungan yang terdiri atas 2 lengkung spiral.



Gambar 2.5 Bentuk Lengkung Spiral- Spiral

Untuk bentuk spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut :

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2}\Delta$$

$$L_{tot} = 2L_s$$

Untuk menentukan θ_s dapat menggunakan rumus :

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi R_c}{90}$$

b Panjang Tikungan

Panjang tikungan terdiri atas panjang busur lingkaran (L_c) dan panjang 2 lengkung spiral (L_s) yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung pada jalan arteri perkotaan, maka panjang suatu tikungan sebaiknya tidak kurang dari 6 detik perjalanan. Panjang ini dapat diperhatikan berdasarkan V_r yang ditetapkan sesuai table.

Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$, sehingga $L_t = L_c$

Pada tikungan spiral-spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga $L_t = 2L_s$

Tabel 2.15 Panjang Bagian Lengkung Minimum

V_r (km/h)	Panjang Tikungan Minimum (m)
100	170
90	155
80	135
70	120
60	100
60	85
40	70
30	55

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No. 038/TBM/1997

2.3.5 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan) atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

2.3.5.1. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum ditentukan untuk berbagai varian kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian didasarkan pada kecepatan truk bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum yang sesuai dengan V_r , ditetapkan sesuai tabel. Untuk keperluan penyandang cacat, kelandaian maksimum ditetapkan 5%.

Tabel 2.16 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan untuk Jalan Arteri Perkotaan

V_r (km/h)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian Maks (%)	3	4	4	5	8	9	10	10

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,
No. 038/TBM/1997*

2.3.5.2. Panjang Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian, dengan tujuan :

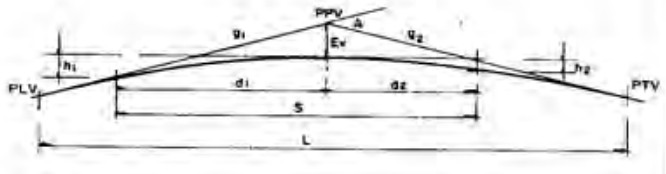
- Mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian.
- Menyediakan jarak pandang henti.

Lengkung vertikal dalam standar ini ditetapkan berbentuk parabola sederhana.

a Lengkung Vertikal Cembung

Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandangan henti, dimana dapat ditentukan dengan rumus berikut :

- Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang vertikal ($S < L$)



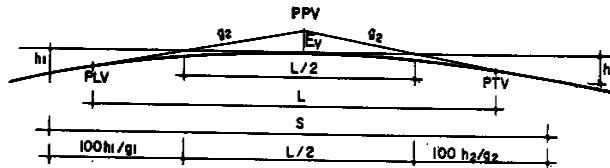
Gambar 2.6 Pandang Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{658}$$

Keterangan :

Titik PLV	: Peralihan lengkung vertikal
Titik PPV	: Pusat perpotongan Vertikal
Titik PTV	: Peralihan tangen vertikal
L	: Jarak antara kedua titik (m)
A	: Perbedaan aljabar untuk kelandaian (%)
G1, G2	: Kelandaian

- Jika jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal ($S > L$)



Gambar 2.7 Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung

Seperti halnya perhitungan lengkung cembung dengan $S < L$, persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap.

$$L = 2S - \frac{658}{A}$$

Panjang minimum vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti, untuk setiap kecepatan rencana (V_r) dapat menggunakan tabel.

Tabel 2.17 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Kecepatan Rencana (km/h)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai Lengkung Vertikal (K)
20	20	1
30	35	2
40	50	4
50	65	7
60	85	11
70	105	17
80	100	25

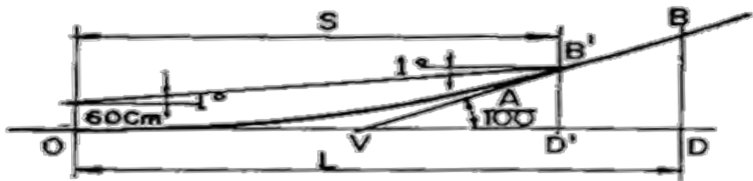
90	160	39
100	185	52
Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cembung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K = L / A$		

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No. 038/TBM/1997

b Lengkung Vertikal Cekung

Berbeda dengan lengkung vertikal cembung, lengkung vertikal cekung dipengaruhi jarak penyinaran lampu kendaraan. Pada perencanaan tinggi lampu yang digunakan adalah 60 cm dengan sudut penyebaran sinar sebesar 1° . Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan menjadi dua keadaan.

- Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ($S < L$)

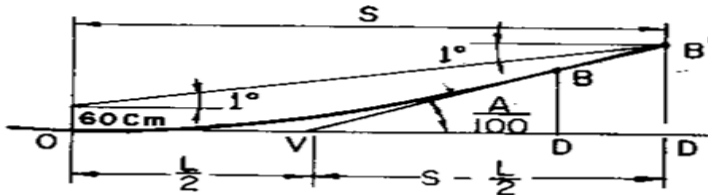


Gambar 2.8 Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyebaran sinar sebesar 1° , maka :

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50.S}$$

- Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ($S > L$)



Gambar 2.9 Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$)

Dengan asumsi perencanaan yang sama dengan persamaan di atas, untuk hal ini maka :

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50.S}{A}$$

Dengan pengertian :

L : Panjang lengkung cekung (m)

A : Perbedaan aljabar landai (%)

S : Jarak pandang henti (m)

Tabel 2.18 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Kecepatan Rencana (km/h)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai Lengkung Vertikal (K)
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	100	30
90	160	38
100	185	45

Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cekung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K = L / A$

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No. 038/TBM/1997

2.3.5.3. Koordinasi Alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan arteri perkotaan harus dikoordinasikan sedemikian, sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Lengkung horizontal sebaiknya berhimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
- Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
- Lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang panjang harus dihindarkan.

- Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal, harus dihindarkan.
- Tikungan yang tajam di antara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

2.4 Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan kaku (perkerasan beton semen) adalah struktur yang terdiri atas plat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan.

Adapun syarat konstruksi perkerasan kaku adalah :

- a. Memiliki tebal total dan tegangan ijin yang cukup.

- b. Mampu mencegah deformasi yang tetap akibat beban roda.
- c. Tahan terhadap perubahan bentuk yang terjadi akibat perubahan kadar air.
- d. Mempunyai bentuk permukaan yang rata, tahan terhadap gesekan dan tahan terhadap pengaruh beban maupun zat-zat kimia yang dapat mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan.

Perkerasan kaku memiliki modulus elastisitas yang tinggi, yang akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup tua, sehingga bagian terbesar dari area kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton itu sendiri. Lapisan pondasi yang ada di bawah beton tersebut harus mampu menopang kekuatan beton. Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar, (k) menjadi modulus reaksi komposit.
- Melindungi gejala pumping (adalah proses keluarnya air dan butiran tanah dasar atau pondasi bawah melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal pelat karena beban lalu lintas setelah adanya air bebas yang terakumulasi di bawah pelat.
- Mengurangi terjadinya keretakan pada pelat beton.
- Sebagai perkerasan lantai kerja selama perkerasan.

Keuntungan dari menggunakan perkerasan kaku adalah :

- Pada umumnya, digunakan pada jalan kelas tinggi.
- Job mix lebih mudah dikendalikan kualitasnya. Modulus elastisitas antara lapisan permukaan dan pondasi sangat berbeda.
- Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang lebih buruk.
- Jika terjadi kerusakan, maka kerusakan tersebut cepat, dan dalam waktu singkat.
- Pada umumnya, biaya awal konstruksi tinggi. Namun, pemeliharaannya, relatif tidak ada.
- Kekuatan konstruksi perkerasan kaku berada pada pelat beton sendiri.
- Tebal konstruksi kekuatan kaku adalah tebal pelat beton, tidak termasuk pondasi.
- Indeks pelayanan tetap baik, hampir selama umur rencana. Terutama jika transverse joints dikerjakan dan dipelihara dengan baik.

2.4.1. Struktur Dan Jenis Perkerasan

Perkerasan kaku dapat dikelompokkan ke dalam :

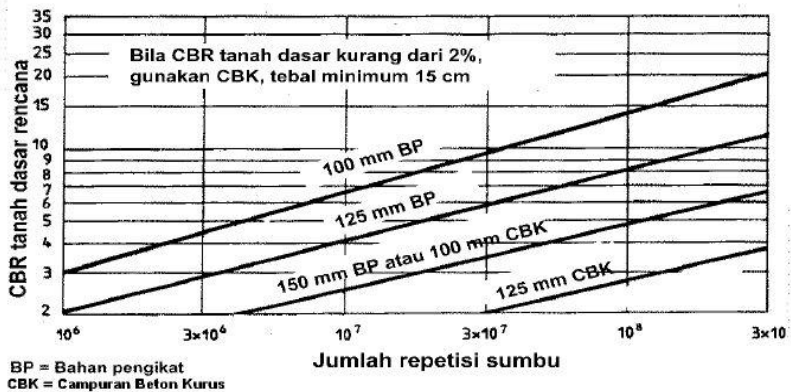
- a. Perkerasan beton semen, yaitu perkerasan kaku dengan beton semen sebagai lapisan aus. Terdapat empat jenis perkerasan beton semen :
 - Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.
 - Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
 - Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.

- Perkerasan beton semen pra tegang.
- b. Perkerasan komposit, yaitu perkerasan kaku dengan pelat beton semen sebagai lapis pondasi dan aspal beton sebagai lapis permukaan.

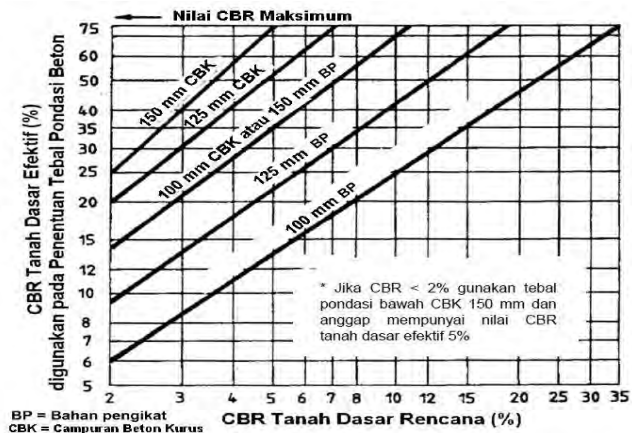
2.4.2 Persyaratan Teknis

- a. Tanah Dasar
Kekuatan tanah dasar dinyatakan sebagai (k) yang ditentukan dengan nilai pengujian CBR insitu (SNI 03-1731-1989) untuk perencanaan tebal perkerasan jalan lama atau CBR laboratorium dan untuk perencanaan jalan baru (SNI 03-1744-1989). Apabila nilai tanah dasar $< 2\%$, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (Lean-Mix Concrete) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai CBR tanah dasar efektif 5%.
- b. Pondasi Bawah
Bahan pondasi bawah dapat berupa :
 - Bahan berbutir.
 - Stabilisasi atau dengan beton kurus (Lean Rolled Concrete).
 - Campuran beton kurus (Lean-Mix Concrete).
Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan mempertimbangkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen



Gambar 2.12 R Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

c. Pondasi Bawah Material Berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-6388-2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah, dengan penyimpangan ijin 3%-5%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100%, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

d. Pondasi bawah dengan bahan pengikat (Bound Sub-Base)

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat digunakan salah satu dari :

- Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahannya pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi.
- Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang dan/atau slag yang dihaluskan.
- Campuran beraspal bergradasi rapat (dense-graded asphalt).
- Campuran beton kuring giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 Mpa (55 kg/cm^2).

e. Pondasi bawah dengan campuran beton kuring (Lean-Mix Concrete)

Campuran beton kuring (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 Mpa (50 kg/cm^2) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 Mpa (70 kg/cm^2) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

2.4.3 Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexural strength) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 Mpa (30-50 kg/cm²). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit, atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5-5,5 Mpa (50-55 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 Mpa (2,5 kg/cm²) terdekat.

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (steel-fibre) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton, untuk jalan plaza tol, putaran dan perhentian bus. Panjang serat baja antara 15 mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker dan/atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal serat dengan panjang antara 15 dan 50 mm dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 kg/m³.

Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

2.4.4 Penentuan Besaran Rencana

a. Lalu Lintas

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah

sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

b. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan.

Tabel 2.19 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (Lp)	Koefisien distribusi	
	1 arah	2 arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	-	0,40

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

c. Umur Rencana

Umur rencana adalah waktu dalam tahun, dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap diberi lapisan permukaan baru. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas, serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan.

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan

beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 30 tahun sampai 40 tahun.

d. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{U/R} - 1}{i}$$

Di mana :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

I : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

UR : Umur rencana (tahun)

e. Lalu Lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan.

Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C$$

Di mana :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

R : Faktor pertumbuhan komulatif, yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan.

f. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 20 Faktor keamanan beban

No.	Penggunaan	Nilai F _{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

2.4.5 Perencanaan Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.
- Memudahkan pelaksanaan.
- Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain :

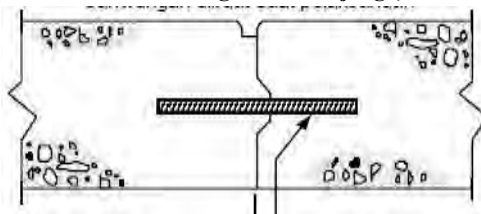
- Sambungan memanjang
- Sambungan melintang
- Sambungan isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

2.4.5.1. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (Tie Bars)

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm.

Gambar 2.13 Sambungan Memanjang (Tie Bars)



Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h$$

$$I = (38,3 \times \Phi) + 75$$

Dengan pengertian :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2).

B = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

H = Tebal pelat (m).

L = Panjang batang pengikat (mm).

Φ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

2.4.5.2. Sambungan Susut Melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen.

Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut.

Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton.



Gambar 2.14 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji



Gambar 2.15 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji

2.4.5.3. *Bahan Penutup Sambungan*

Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan atau benda lain ke dalam sambungan perkerasan. Benda-benda lain yang masuk ke dalam sambungan dapat menyebabkan kerusakan berupa gompal dan atau pelat beton yang saling menekan ke atas (*blow up*).

Bahan penutup sambungan adalah bahan yang tahan terhadap tarikan dan tekanan, dan masih tahan untuk tetap melekat pada dinding-dinding sambungan, di mana bahan

tersebut terbuat dari bahan elastis seperti karet, sehingga mampu mencegah batu-batu yang tajam atau benda-benda lainnya.

2.4.6 Prosedur Perencanaan

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu :

- Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat.
- Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

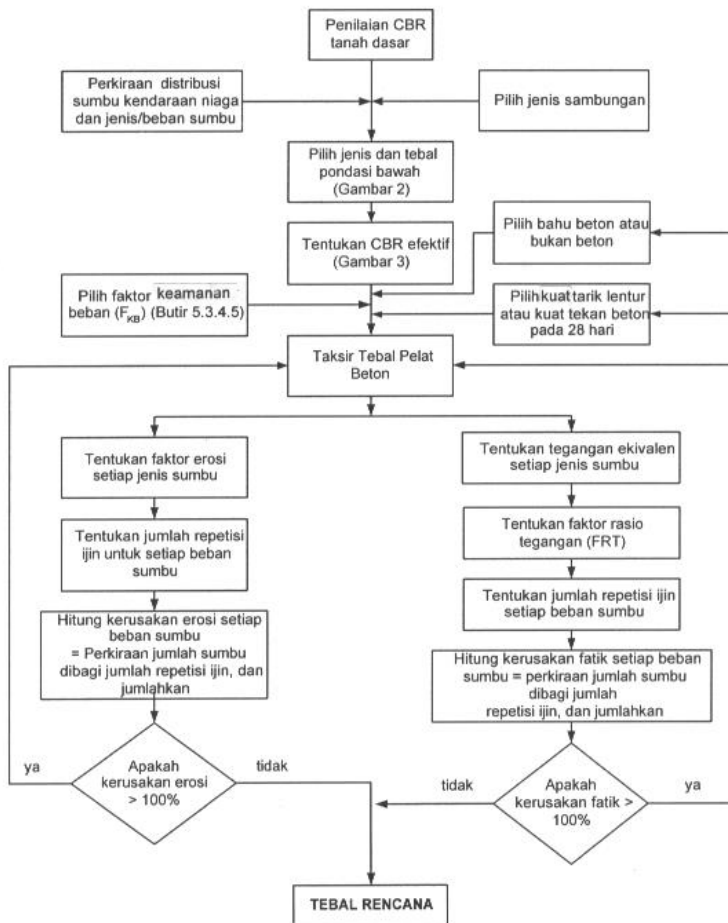
Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Data lalu-lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

2.4.6.1. Perencanaan Tebal Pelat

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi.

Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

Langkah-langkah perencanaan tebal pelat diperlihatkan pada gambar dan tabel di bawah ini.



Gambar 2.16 Sistem Perencanaan Beton Semen

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

Tabel 2. 21 Langkah-Langkah Perencanaan Beton Semen

Langkah	Uraian Kegiatan
1.	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2.	Tentukan, apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3.	Tentukan jenis dan pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umjur rencana.
4.	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih.
5.	Pilih kuat Tarik Tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari.
6.	Pilih factor keamanan beban lalu lintas (FKB)
7.	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia)
8.	Tentukan tegangan ekuivalen dan factor erosi untuk STRT.
9.	Tentukan factor rasio tegangan dengan membagi tegangan ekuivalen ole kuat Tarik lentur.
10.	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan factor keamanan beban untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN, anggap dan gunakan niali tersebut sebagai batas tertinggi.
11.	Dengan factor rasio tegangan, dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
12.	Hitung presentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin
13.	Dengan menggunakan faktor erosi, tettukan jumlah repetisi ijinuntuk erosi.
14.	Hitung presentase dari repetisi erosi, yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.

15.	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin, yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16.	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan presentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama, hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17.	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok lainnya.
18.	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19.	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan erosi ≤ 100 %. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

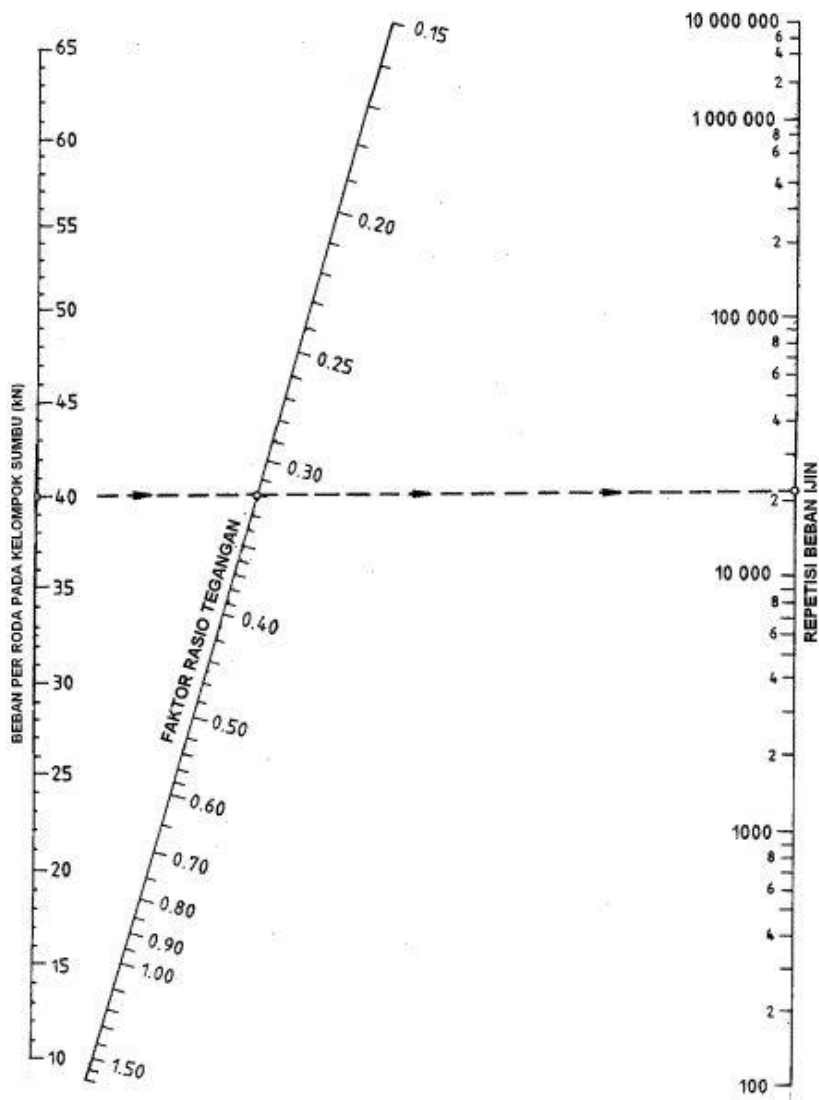
Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

Tabel 2. 22 Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton

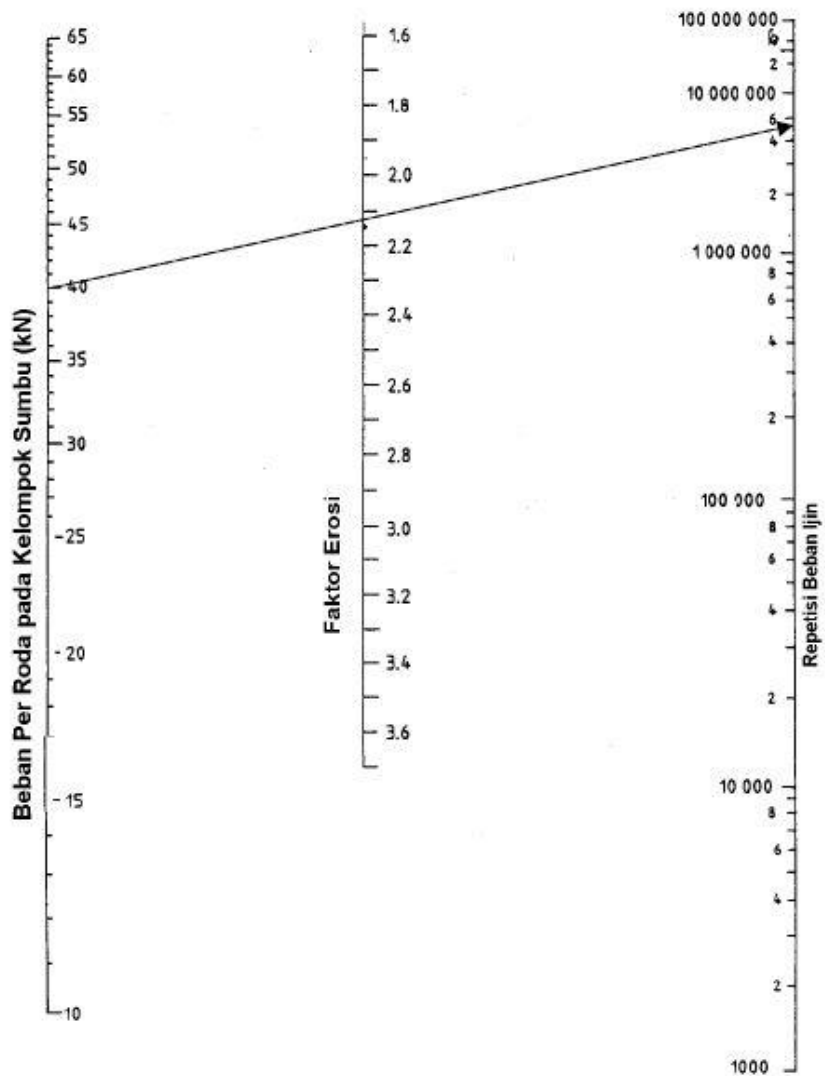
Tebal Slab (mm)	CBR% Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STRdG	Tanpa Rujl				Dengan Rujl/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STRdG	STRT	STRG	STdRG	STRdG
240	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,61	2,21	2,46	2,54	1,36	1,97	2,15	2,34
240	10	0,5	0,85	0,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,32
240	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,15	2,36	2,43	1,33	1,92	2,11	2,30
240	20	0,49	0,81	0,73	0,54	1,56	2,15	2,34	2,39	1,33	1,92	2,08	2,28
240	25	0,49	0,79	0,7	0,53	1,55	2,15	2,34	2,37	1,31	1,91	2,05	2,19
240	30	0,48	0,76	0,68	0,51	1,53	2,13	2,32	2,34	1,29	1,89	2,03	2,17
240	35	0,47	0,73	0,65	0,49	1,51	2,12	2,30	2,31	1,27	1,87	1,99	2,12
240	40	0,47	0,7	0,62	0,47	1,5	2,1	2,28	2,29	1,25	1,85	1,97	2,1
240	45	0,46	0,67	0,6	0,45	1,48	2,08	2,26	2,27	1,23	1,83	1,95	2,07
240	50	0,45	0,64	0,57	0,43	1,46	2,06	2,24	2,25	1,21	1,81	1,93	2,05
240	55	0,44	0,61	0,54	0,41	1,44	2,04	2,22	2,23	1,19	1,79	1,91	2,03
240	60	0,43	0,58	0,51	0,39	1,42	2,02	2,2	2,21	1,17	1,77	1,89	2,01
240	65	0,42	0,55	0,48	0,37	1,4	2,0	2,18	2,19	1,15	1,75	1,87	1,99
240	70	0,41	0,52	0,45	0,35	1,38	1,98	2,16	2,17	1,13	1,73	1,85	1,97
240	75	0,4	0,49	0,42	0,33	1,36	1,96	2,14	2,15	1,11	1,71	1,83	1,95
240	80	0,39	0,46	0,4	0,31	1,34	1,94	2,12	2,13	1,09	1,69	1,81	1,93
240	85	0,38	0,43	0,37	0,29	1,32	1,92	2,1	2,11	1,07	1,67	1,79	1,91
240	90	0,37	0,4	0,34	0,27	1,3	1,9	2,08	2,09	1,05	1,65	1,77	1,89
240	95	0,36	0,37	0,31	0,25	1,28	1,88	2,06	2,07	1,03	1,63	1,75	1,87
240	100	0,35	0,34	0,29	0,23	1,26	1,86	2,04	2,05	1,01	1,61	1,73	1,85
300	5	0,49	0,86	0,79	0,58	1,57	2,17	2,42	2,52	1,32	1,95	2,16	2,33
300	10	0,48	0,81	0,73	0,55	1,55	2,15	2,36	2,44	1,3	1,91	2,1	2,29
300	15	0,47	0,78	0,7	0,53	1,53	2,14	2,33	2,4	1,29	1,89	2,07	2,27
300	20	0,46	0,77	0,69	0,52	1,52	2,13	2,31	2,37	1,28	1,88	2,05	2,18
300	25	0,46	0,76	0,67	0,51	1,51	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,16
300	30	0,45	0,73	0,64	0,49	1,49	2,1	2,26	2,33	1,25	1,85	1,99	2,09
300	35	0,44	0,7	0,62	0,47	1,48	2,08	2,24	2,31	1,23	1,83	1,97	2,07
300	40	0,43	0,67	0,59	0,45	1,46	2,06	2,22	2,29	1,21	1,81	1,95	2,05
300	45	0,42	0,64	0,56	0,43	1,44	2,04	2,2	2,27	1,19	1,79	1,93	2,03
300	50	0,41	0,61	0,53	0,41	1,42	2,02	2,18	2,25	1,17	1,77	1,91	2,01
300	55	0,4	0,58	0,5	0,39	1,4	2,0	2,16	2,23	1,15	1,75	1,89	1,99
300	60	0,39	0,55	0,47	0,37	1,38	1,98	2,14	2,21	1,13	1,73	1,87	1,97
300	65	0,38	0,52	0,44	0,35	1,36	1,96	2,12	2,19	1,11	1,71	1,85	1,95
300	70	0,37	0,49	0,41	0,33	1,34	1,94	2,1	2,17	1,09	1,69	1,83	1,93
300	75	0,36	0,46	0,38	0,31	1,32	1,92	2,08	2,15	1,07	1,67	1,81	1,91
300	80	0,35	0,43	0,35	0,29	1,3	1,9	2,06	2,13	1,05	1,65	1,79	1,89
300	85	0,34	0,4	0,32	0,27	1,28	1,88	2,04	2,11	1,03	1,63	1,77	1,87
300	90	0,33	0,37	0,29	0,25	1,26	1,86	2,02	2,09	1,01	1,61	1,75	1,85
300	95	0,32	0,34	0,27	0,23	1,24	1,84	2,0	2,07	0,99	1,59	1,73	1,83
300	100	0,31	0,31	0,25	0,21	1,22	1,82	1,98	2,05	0,97	1,57	1,71	1,81
360	5	0,42	0,78	0,72	0,53	1,5	2,11	2,37	2,48	1,25	1,85	2,1	2,29
360	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,34	2,44	1,23	1,83	2,05	2,15
360	15	0,43	0,73	0,66	0,48	1,46	2,06	2,32	2,42	1,21	1,81	2,03	2,13
360	20	0,42	0,71	0,64	0,46	1,45	2,05	2,3	2,4	1,2	1,8	2,01	2,11
360	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,29	2,39	1,2	1,78	1,99	2,1
360	30	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,27	2,37	1,18	1,76	1,94	2,04
360	35	0,41	0,64	0,56	0,43	1,41	2,03	2,26	2,36	1,17	1,75	1,93	2,03
360	40	0,41	0,62	0,53	0,41	1,39	1,99	2,24	2,34	1,15	1,73	1,91	2,01
360	45	0,4	0,59	0,5	0,39	1,37	1,97	2,22	2,32	1,13	1,71	1,89	1,99
360	50	0,39	0,56	0,47	0,37	1,35	1,95	2,2	2,3	1,11	1,69	1,87	1,97
360	55	0,38	0,53	0,44	0,35	1,33	1,93	2,18	2,28	1,09	1,67	1,85	1,95
360	60	0,37	0,5	0,41	0,33	1,31	1,91	2,16	2,26	1,07	1,65	1,83	1,93
360	65	0,36	0,47	0,38	0,31	1,29	1,89	2,14	2,24	1,05	1,63	1,81	1,91
360	70	0,35	0,44	0,35	0,29	1,27	1,87	2,12	2,22	1,03	1,61	1,79	1,89
360	75	0,34	0,41	0,32	0,27	1,25	1,85	2,1	2,2	1,01	1,59	1,77	1,87
360	80	0,33	0,38	0,29	0,25	1,23	1,83	2,08	2,18	0,99	1,57	1,75	1,85
360	85	0,32	0,35	0,26	0,23	1,21	1,81	2,06	2,16	0,97	1,55	1,73	1,83
360	90	0,31	0,32	0,23	0,21	1,19	1,79	2,04	2,14	0,95	1,53	1,71	1,81
360	95	0,3	0,29	0,2	0,19	1,17	1,77	2,02	2,12	0,93	1,51	1,69	1,79
360	100	0,29	0,26	0,18	0,17	1,15	1,75	2,0	2,1	0,91	1,49	1,67	1,77

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STRdG: S

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003



Gambar 2.17 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton



Gambar 2.18 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktis Erosi, Dengan Bahu Beton

2.4.7 Perencanaan Tulangan

Tujuan utama penulangan untuk :

- Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
- Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
- Mengurangi biaya pemeliharaan

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

a. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

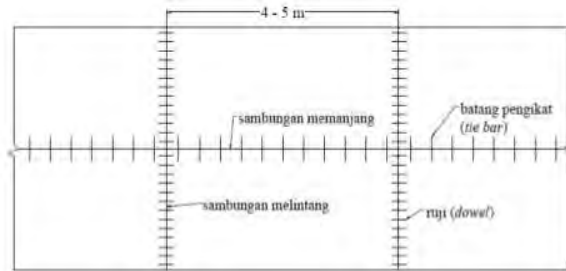
Umumnya, perkerasan ini lebarnya 1 lajur dengan panjang 4-5 meter. Perkerasan ini tidak menggunakan tulangan, namun menggunakan ruji (dowel) dan batang pengikat (tie bar).

Penerapan tulangan, umumnya dilaksanakan pada :

- Pelat dengan bentuk tak lazim
- Pelat disebut tidak lazim apabila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25, atau bila pola sambungan pada pelat

tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.

- Pelat dengan sambungan tidak sejalur
- Pelat berlubang.



Gambar 2. 1 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan

2.5 Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat ditepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area. Dua hal pokok yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan system drainase untuk jalan raya, yaitu:

- Drainase permukaan
- Drainase bawah permukaan

Adanya drainase permukaan dimaksud untuk menampung, mengalirkan dan membuang air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Fungsidari drainase adalah:

- Menjaga agar permukaan jalan selalu tampak kering terhadap air.
- Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

Permukaan yang baik pada perkerasan maupun drainase dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan jalan.

Tabel 2. 23 Ekvivalen dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

No.	Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal (i)
1.	Beraspal, beton	2%-3%
2.	Japat dan Tanah	4%-6%
3.	Kerikil	3%-6%
4.	Tanah	4%-6%

Sedangkan, kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat di table.

Tabel 2. 24 Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

2.5.1. Analisa Data Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping
Tanah Asli	0-5
Kerikil	5-7,5
Pasangan	7,5

analisa hidrologi:

- a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai dalam perencanaan jalan system drainase jalan adalah data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi system drainase, jumlah data curah hujan paling sedikit diperkirakan sekitar 10 tahun.

b. Waktu Curah Hujan

Lamanya waktu curah hujan ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen bahwa hujan harian yang terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan terbesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

c. Tinggi Hujan Rencana

Untuk mendapatkan tinggi hujan rencana dengan masa ulang T tahun dapat ditentukan dengan rumus :

$$R_1 = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_1 - Y_n)$$

Dimana :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (R_1 - R)^2}{n}}$$

Maka, $I = \frac{90\%R_1}{4}$

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan
Jalan SNI 03-3424-1994*

Keterangan :

Rt = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

R = Tinggi hujan maksimum rata-rata

Sx = Standart deviasi

Yt = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Yn = Nilai yang tergantung pada n

Sn = Standart deviasi yang merupakan fungsi dari n

Tabel 2.25 Periode Ulang

Periode Ulang(Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Yn dapat ditentukan menggunakan tabel dibawah ini :

Tabel 2. 26 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

Sumber:tata cara perencanaan drainase jalan SNI 03-3424-1994

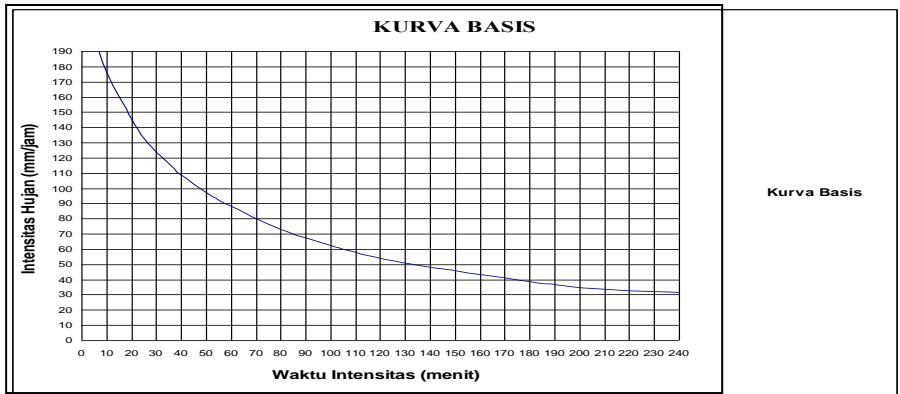
Nilai Sn dapat ditentukan menggunakan tabel dibawah ini :

Tabel 2.27 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

Setelah memperoleh nilai I dari persamaan di atas, maka diplot pada kurva basis, sehingga didapatkan kurva I rencana.



Gambar 2.20 Kurva Basis

d. Waktu konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh aliran air untuk dapat mencapai suatu titik tertentu pada saluran drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan sakeluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$T_c = t_1 + t_2$$

Dimana:

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \quad t_2 = \frac{L}{60xV}$$

Keterangan :

Tc = Waktu konsentrasi

t₁ = Inlet time (overload flow time), yaitu : waktu yang diperlukan oleh air limbah untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (inlet) dari titik terjauh yang terletak di Catchment Area dan jalan itu sendiri.

t₂ = Time of flow (channel/ditch flow time), yaitu waktu yang diperlukan oleh air limbah untuk mengalir melalui drainase.

L_o = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang Saluran (m)

Nd = Koefesien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran
V = Kecepatan air rata-rata diselokan
(m/dt)

Tabel 2. 28 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan

No	Kondisi Lapis Permukaan	nd
1.	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2.	Permukaan licin dankedap air	0,020
3.	Permukaanlicindan kokoh	0,100
4.	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit	0,200
5.	kasar	0,400
6.	Padang rumput dan rerumputan	0,600
7.	Hutan gundul	0,800
	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	

Sumber : Tata cara perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

Tabel 2. 29 Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

No.	Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
1	Pasir halus	0.45
2	Lempung kepasiran	0.5
3	Lanau alluvial	0.6
4	Kerikil halus	0.75
5	Lempung Kokoh	0.75
6	Lempung padat	1.1
7	Kerikil kasar	1.2
8	Batu-batu besar	1.5
9	Pasangan batu	0.60-1.80
10	Beton	0.60-3.00
11	Beton bertulang	0.60-3.00

Sumber : Tata cara perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

e. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya:

$$L = L1+L2+L3$$

$$A = L(L1+L2+L3)$$

Dimana:

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

- L1 = Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan
- L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai bahu jalan
- L3 =Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 m
- A = Luas daerah pengaliran

f. Intensitas Hujan Maksimum

Untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentrasi diplotkan pada kurva basis rencana.

g. Menentukan Koefesien Pengaliran

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area disekitar saluran drainase untuk menentukan koefesien pengaliran dipergunakan persamaan :

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

Dimana:

- C1,C2,C3 = Koefesien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisipermukaan
- A1,A2,A3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisipermukaan.

h. Debit Aliran

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran

tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi di atas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{1}{3.6} CIA$$

Dimana:

Q = Debit air(m/detik)

C = Koefesien pengaliran

I = Intensitas hujan(mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran(km²)

i. Kemiringan Saluran (i)

Kemiringan saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$i = \frac{t_o - t_1}{L} \times 100\%$$

Tabel 2. 30 Kemiringan Melintang Perkerasan Bahu Jalan

No.	Jalan lapis permukaan jalan	Kemiringan Melintang normal (%)
1.	Beraspal, Beton	2 – 3%
2.	Japat	4 – 6 %
3.	Kerikil	3 – 6 %
4.	Tanah	4 – 5 %

Sumber : Tata cara perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

j. Kecepatan Rata-Rata (V)

Dimana :

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x i^{1/2}$$

- V = Kecepatan rata-rata (m/dt)
- R = Jari-jari (m)
- i = Kemiringan saluran
- n = Koefisien kekasaran

2.6 Rencana Anggaran Biaya

2.6.1. Umum

Perhitungan rencana anggaran biaya adalah proses perhitungan untuk menentukan nilai atau besarnya kebutuhan biaya untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya harga satuan bangunan, yaitu :

- a. Volume pekerjaan
- b. Harga bahan dan peralatan
- c. Upah untuk tenaga pekerjaan

Perhitungan rencana anggaran biaya dibuat sebelum dilakukannya pembangunan, tepatnya setelah perencanaan fisik bangunan. Oleh karena itu, jumlah anggaran yang didapatkan hanyalah merupakan taksiran biaya, bukan biaya sebenarnya. Sesuai atau tidaknya perhitungan, tergantung dari kemampuan personel berdasarkan pengalaman. Selain itu, pemilihan metode yang tepat akan menghasilkan ketepatan perhitungan yang lebih optimal.

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya yang akan dipaparkan dalam laporan ini, diguankandaftar analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari buku panduan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina

Marga, yakni Buku Petunjuk Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan”. Sehingga, tidak ditunjukkan perhitungan untuk menentukan koefisien tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang digunakan pada tiap-tiap satuan pekerjaan.

2.6.2. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu factor yang sangat penting dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (cross section) dan profil memanjang (long section).

2.6.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses perhitungan dari masukan – masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja dan peralatan setelah lebih dahulu menentukan asumsi – asumsi dan faktor – faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya minimum dan laba akan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Analisa harga satuan pekerjaan ini meliputi beberapa item pekerjaan :

- Pekerjaan Persiapan
 - Pengukuran
 - Mobilisasi dan demobilisasi
 - Papan nama proyek
 - Direksi keet

- Pekerjaan Tanah
 - Pembersihan Lapangan dan Perataan
 - Pengurugan dengan pemadatan
- Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid)
 - Pekerjaan Lapis Pondasi dengan Agregat Kelas A
 - Pekerjaan Lean Concrete (Beton K-175)
 - Pekerjaan Beton K-400
- Pekerjaan Drainase
 - Pekerjaan Galian untuk Drainase
 - Beton K-350
- Pekerjaan Pelengkap
 - Pekerjaan Median Jalan
 - Pekerjaan Marka Jalan

BAB III

METODOLOGI

Dalam suatu perencanaan, perlu adanya metodologi, karena hal tersebut adalah cara dan urutan pekerjaan pada suatu perhitungan rencana. Metodologi suatu perencanaan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari lebar jalan yang dibutuhkan, tebal perkerasan jalan, alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, dan saluran drainase.

3.1 Pekerjaan Persiapan

Sebelum memulai suatu pekerjaan, pertama yang harus dilakukan adalah tahap persiapan. Tahap persiapan dilakukan awal, dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan selanjutnya. Persiapan merupakan serangkaian pekerjaan yang meliputi :

- a. Mencari informasi mengenai tempat meminjam data untuk dijadikan sebagai bahan Tugas Akhir.
- b. Mencari data ke instansi/perusahaan yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, serta meminta ijin kepada instansi tersebut yang memiliki proyek data guna dijadikan sebagai bahan Tugas Akhir.
- c. Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang diperlukan untuk memperoleh data. Dalam hal ini yaitu prosposal dan surat pengantar dari Kaprodi
- d. Mengumpulkan data dan segala bentuk kegiatan/hasil/ survey yang sekiranya dapat mendukung dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
- e. Mempelajari semua data dan yang berkaitan dengan hal-hal yang menunjang isi Tugas Akhir.

3.2 Tinjauan Pustaka

Sebelum melakukan pengumpulan dan pengolahan data, maka terlebih dahulu mempelajari dan memahami tinjauan pustaka yang akan digunakan dalam proyek akhir ini. Dalam mempelajari dan memahaminya, dapat dilakukan dengan mengetahui data-data apa saja yang diperlukan untuk perencanaan modifikasi struktur jalan dalam tugas akhir ini. Tinjauan pustaka yang digunakan, mengacu pada buku-buku perencanaan jalan yang terdapat dalam daftar pustaka.

3.3 Pengumpulan dan Pengolahan data

Data-data yang diperlukan untuk penyusunan laporan tugas akhir ini antara lain :

- a. Peta lokasi beserta profilnya
- b. Peta/data topografi
- c. Data geometrik jalan
- d. Gambar eksisting
- e. Data CBR tanah
- f. Data lalu lintas
- g. Data curah hujan

3.4 Survey Lokasi

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi suatu proyek yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan. Dari hasil survey didapatkan data berupa gambar kondisi lokasi proyek.

3.5 Analisis dan Pengolahan Data

Data-data yang terkumpul, kemudian dianalisa dan diolah, sehingga didapatkan hasil perhitungan sesuai dengan teori dan ketentuan yang ada.

a. Pengolahan Data Lalu Lintas

Data Lalu lintas yang berupa data lalu lintas harian (LHR) rata-rata dianalisa untuk menghitung tebal perkerasan jalan, dimana diperlukan data-data beban kendaraan. Yaitu beban yang berkaitan dengan beban sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas, dan konfigurasi roda.

b. Pengolahan Data CBR Tanah Dasar

Analisa tanah dasar dilakukan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya bahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Pada analisa ini, diperlukan data CBR dari beberapa tempat, sehingga didapatkan daya dukung tanah dasar yang dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar.

c. Pengolahan Data Hujan

Pengolahan data hujan digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu area, dimana besarnya debit untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi proyek.

3.6 Kontrol Geometrik Jalan

- a. Alinyemen Horizontal
- b. Alinyemen Vertikal

3.7 Desain Struktur Perkerasan Kaku

- a. Struktur dan jenis perkerasan
- b. Penentuan besarnya rencana

3.8 Desain Drainase

Langkah-langkah merencanakan Drainase adalah :

- a. Analisa Hidrologi
- b. Menghitung Koefisien Pengaliran
- c. Menghitung Kemiringan Saluran
- d. Menghitung Kecepatan rata-rata
- e. Menghitung debit aliran
- f. Menghitung dimensi saluran

3.9 Gambar Rencana

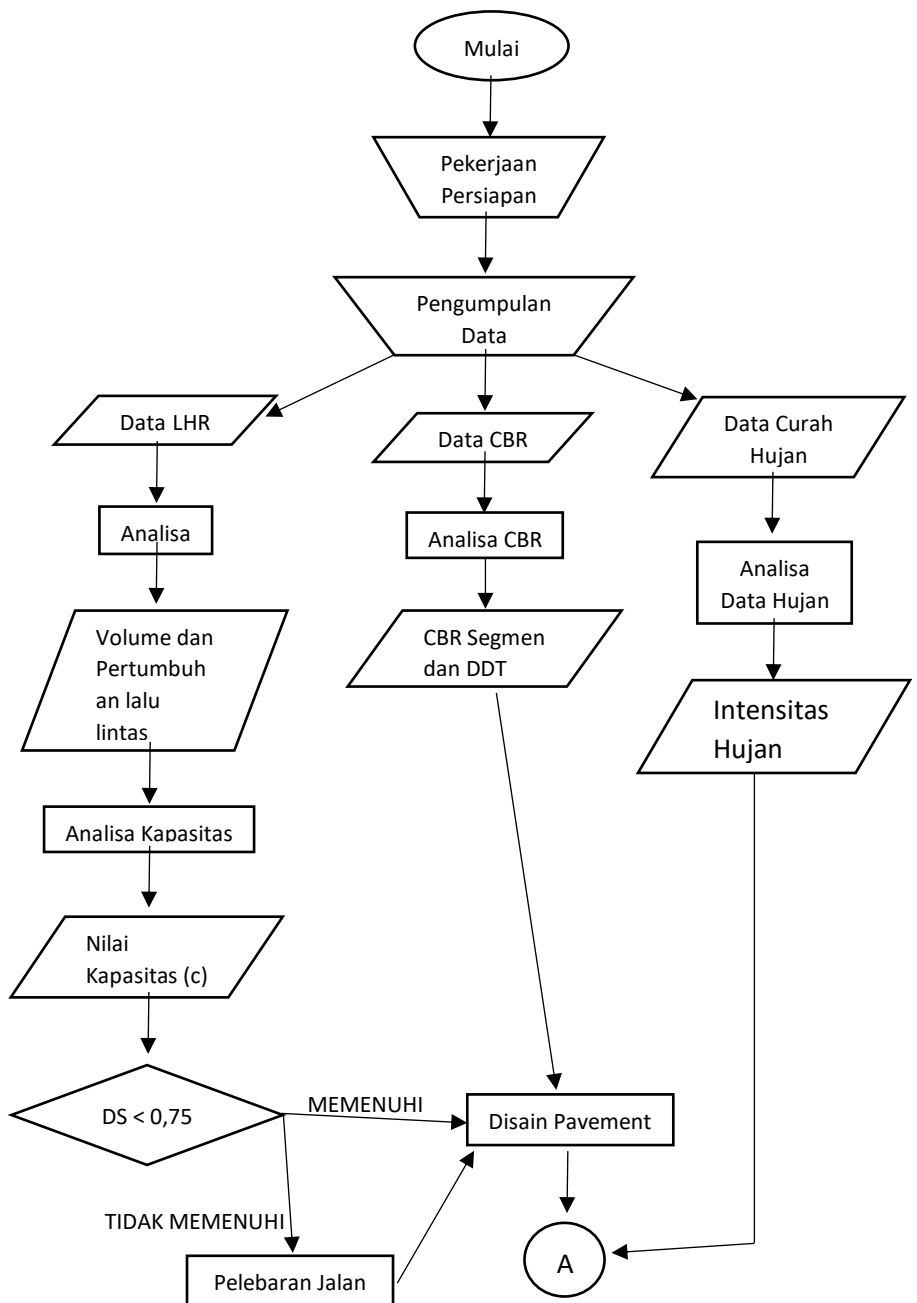
Pada tahap ini, gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan jalan dan perencanaan drainase. Setelah perencanaan jalan dan perencanaan drainase, dilanjutkan dengan pembuatan gambar rencana. Gambar rencana ini digunakan sebagai media komunikasi dalam tahap pelaksanaan.

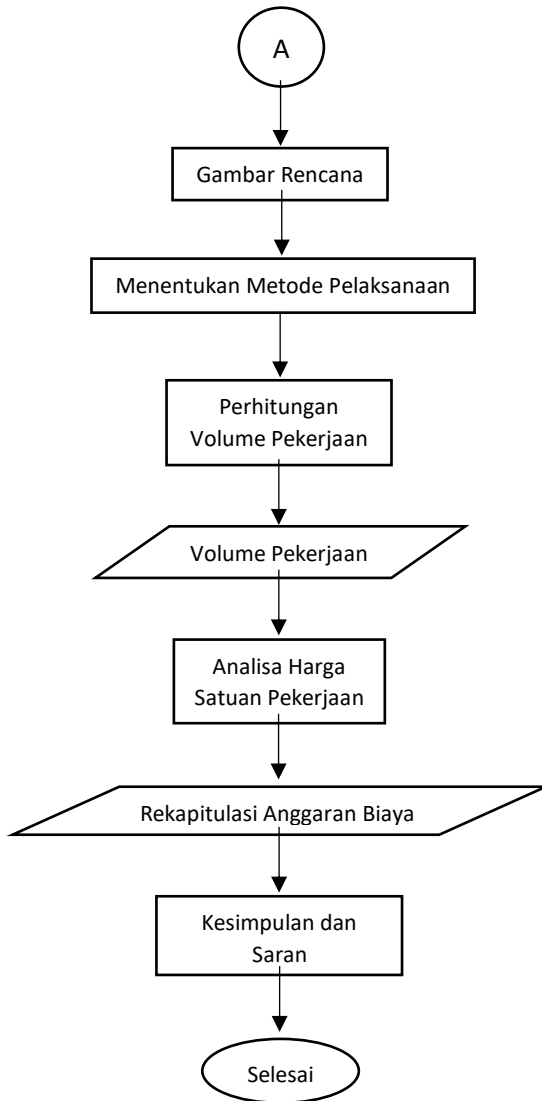
3.10 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai perencanaan hasil.

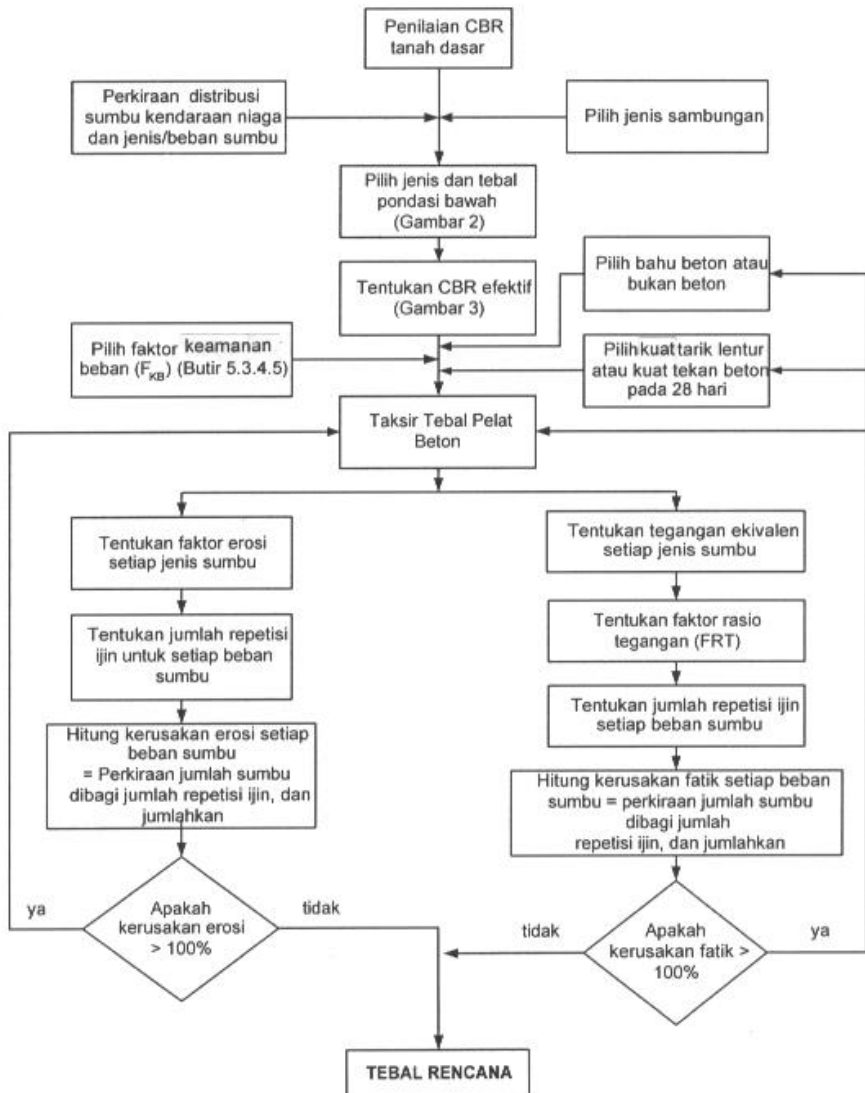
3.11 Kesimpulan dan Saran

Metode pelaksanaan merupakan urutan kerja pada pelaksanaan konstruksi jalan yang direncanakan. Bagian Metodologi Sebagai Berikut:





Gambar 3.1 Bagan Metodologi Proyek Akhir



Gambar 3.2 Bagan Metodologi Perkerasan Kaku

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

PENGUMPULAN DATA

4.1 Umum

Perencanaan peningkatan ruas jalankabupaten Babat – Bts. Kab. Jombang STA 5+400 – 9+400 mengacu pada kondisi jalan sebelum pelaksanan proyek peningkatan jalan dimulai. Data-data kondisi jalan sebelum proyek peningkatan dilaksanakan atau disebut data eksisting dapat berupa data primer maupun data sekunder. Pengertian data primer dan data sekunder adalah sebagai berikut :

- Data primer : Data yang didapatkan melalui survey atau riset yang dilakukan sendiri
- Data sekunder : adalah data yang didapatkan melalui tangan kedua atau ketiga, dalam hal ini adalah data yang diberikan surveyor atau kontraktor dan konsultan yang bersangkutan

Sehingga untuk mendukung perencanaan peningkatan jalan dengan menggunakan perkerasan rigi diperlukan data-data sebagai berikut :

- a. Peta Lokasi Proyek
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data CBR Tanah Dasar
- d. Data Lalu Lintas (LHR)
- e. Data Curah Hujan
- f. Data Foto Kondisi Existing Jalan
- g. Gambar Long Section dan Cross Section

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Jalan yang akan ditingkatkan adalah termasuk dalam ruas jalan Babat – Bts. Kab. Jombang, tepatnya pada STA 5+400 sampai STA 9+400. Lokasi jalan tersebut ditunjukkan oleh peta berikut ini :



Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek

4.2.2 Data Geometrik Jalan raya

Kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek – aspek bagian jalan seperti : lebar perkerasan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal dan horizontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan super elevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip geometrik adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Berdasarkan data dari pihak perencana, diketahui kriteria geometrik jalan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Karakteristik Jalan

No.	Uraian	Satuan	Tipe
1.	Fungsi jalan	Kolektor	
2.	Tipe jalan	III A	
3.	Tipe medan	Datar	
4.	Kecepatan rencana (V)	Km/jam	60 s/d 90
5.	Lebar perkerasan	m	2 x 3,5

Sumber : CV. Mitra Cipta Engineering

4.2.3 Data Lalu Lintas

Data LHR yang kami peroleh berasal dari Perencanaan Peningkatan Jalan Babat – Bts. Kab. Jombang CV MCE CONSULTANT. Data LHR tersebut berupa jumlah volume kendaraan rata-rata per tahun dalam 1 hari. Data LHR tersebut berisi volume kendaraan dari tahun 2016 - 2036. Data Lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan adanya pelebaran jalan dengan disertai perkiraan adanya perkembangan lalu lintas harian rata – rata pertahun sampai umur rencana. selain itu digunakan juga untuk merencanakan tebal lapis perkerasan pelebaran jalan dan lapis ulang. Berikut adalah tabel yang berisi jumlah volume kendaraan mulai dari tahun 2016-2036.

Tabel 4.2 Volume LHR dari Tahun 2012-2014

No	Jenis Kendaraan	Tahun				
		2012	2013	2014	2015	2016
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd kumbang,	17589	18818	20726	20751	21835
2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station wagon	1227	1338	1448	1579	1701

3	Oplet, Pick-up Oplet, Combi	305	325	358	365	406
4	Pick-up, Micro truck, mobil box	669	729	750	792	812
5	Bus Kecil	28	29	32	35	40
6	Bus Besar	637	705	721	737	829
7	Truck Sedang, Truck Berat 2 as	166	168	210	255	257
8	Truck Berat 3 as	24	26	30	30	32
9	Truck Gandeng	40	46	49	52	58
10	Truck Trailer	254	264	300	362	409

Sumber: Dinas PU Bina Marga

4.2.4 Data CBR

Data CBR yang kami gunakan adalah data CBR yang kami peroleh dari CV. Aria Jasa Reksamata selaku Konsultan Perencana proyek untuk ruas jalan tersebut. Data CBR yang kami peroleh merupakan hasil dari uji langsung di lapangan pada 3 titik untuk mengetahui nilai daya dukung dari tanah dasar untuk ruas jalan tersebut. Berikut ini adalah tabel yang berisi nilai CBR pada ruas jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400.

**Tabel 4.3 Nilai CBR untuk Ruas Jalan Babat –
Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400**

No	STA	Kondisi Tanah	Nilai CBR
1	6 + 000	sudah rendam	1.34%
2	7 + 100	sudah rendam	1.55%
3	8 + 550	sudah rendam	3.10%

Sumber: CV. Mitra Cipta Engineering

4.2.5 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang kami gunakan pada tugas akhir ini kami peroleh dari Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur yang berasal dari stasiun hujan Babat. Data curah hujan yang kami gunakan merupakan data curah hujan puncak tiap tahunnya. Data tersebut berisikan curah hujan puncak pada 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2005-2015. Berikut ini adalah tabel data curah hujan 10 tahun terakhir.

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Tahun 2005-2014

Tahun	Hujan Harian Max (Xi)
2005	93
2006	78
2007	89
2008	92
2009	97
2010	86
2011	94
2012	90
2013	123
2014	118
2015	108
n = 10	1068

Sumber: Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur

4.2.6 Gambar Kondisi Eksisting



Gambar 4.2 Kondisi Eksisting Proyek

4.3 Penyajian Data

Data-data yang sudah didapatkan tersebut kemudian harus diolah terlebih dahulu agar dapat ditentukan parameter-parameter yang ingin dicapai.

4.3.1 Data Lalu Lintas

Data jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2012 sampai tahun 2016 digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas untuk masing – masing jenis kendaraan. Dalam mencari pertumbuhan lalu lintas,

dipergunakan program Ms. Excel untuk memperoleh rumus pertumbuhan dari regresi yang dilakukan. Kemudian kami olah lagi kedalam program Ms. Excel untuk mencari pertumbuhan lalu lintas (i) rata – rata. Berikut langkah – langkah yang dipergunakan untuk mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan :

- a. Membust grafik dan persamaan regresi dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dalam program MS.Excel dengan memasukkan data kendaraan sebagai kolom “y” dan tahun perolehan data-data lalu lintas tersebut sebagai kolom “x” secara berurutan mulai dari tahun pertama sampai tahun akhir data.
- b. Blok kolom “x” dan kolom, “y” sehingga menghasilkan grafik regresi.
- c. Cek grafik regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
- d. Dari persamaan regresi tersebut dipindah dalam program Ms. Excel untuk mencari prediksi pertumbuhan tiap kendaraan ditiap-tiap tahun untuk umur rencana 20 tahun mendatang.
- e. Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat diperoleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dengan rumus :

$$x_1 = \frac{y_1 - y_0}{y_0} \longrightarrow x_5 = \frac{y_5 - y_4}{y_4}$$

- f. Dengan jumlah hasil perhitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus :

$$i = \frac{\sum x}{n}$$

- g. Kemudian hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) diubah kedalam bentuk persen (%)

Data yang dianalisis adalah data volume lalu lintas kendaraan pada Tabel 4.2 dalam melakukan analisa data lalu lintas, dapat digunakan sebagai acuan untuk mencari pertumbuhan kendaraan atau lalu lintas per tahun untuk masing-masing kendaraan. Untuk mencari pertumbuhan lalu lintas kami menggunakan rumus yang terdapat pada hasil regresi pertumbuhan lalu lintas yang terdapat di dalam program Ms. Excel. Kemudian kita olah kembali ke dalam Ms. Excel untuk mencari pertumbuhan lalu lintas rata-rata per tahun (i).

Tabel 4.5 Rekapitulasi Pertumbuhan Lalu Lintas Tiap Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	i (%)
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd kumbang,	5,21
2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station wagon	7,84
3	Oplet, Pick-up Oplet, Combi	6,85
4	Pick-up, Micro truck, mobil box	4,70
5	Bus Kecil	8,47
6	Bus Besar	6,28
7	Truck Sedang, Truck Berat 2 as	9,90
8	Truck Berat 3 as	6,82
9	Truck Gandeng	8,82
10	Truck Trailer	11,10

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.3.2 Data Curah hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi sistem drainase. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata – rata terbesar per tahun selama 10 tahun terakhir sebagai mana terlihat pada table 4.4. Dari data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan Intensitas hujan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Menentukan Standar Deviasi dari Data Curah Hujan

No	Tahun	Hujan Harian Max (Xi)	Deviasi (Xi-X)	$(Xi - X)^2$
1	2005	93	-4,09	16,74
2	2006	78	-19,09	364,46
3	2007	89	-8,09	65,46
4	2008	92	-5,09	25,92
5	2009	97	-0,09	0,01
6	2010	86	-11,09	123,01
7	2011	94	-3,09	9,55
8	2012	90	-7,09	50,28
9	2013	123	25,91	671,28
10	2014	118	20,91	437,19
11	2015	108	10,91	119,01
Jumlah	n = 11	1068	$\Sigma(Ri - R)^2 =$ 1882,91	
	Rata - rata =	97,09		

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Perhitungan :

a) Tinggi hujan maksimum rata-rata :

$$X' = \frac{\sum x}{n}$$

$$X' = \frac{1069}{10} = 97,09$$

b) Perhitungan Standar Deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X')^2}{n}}$$

$$S_x = 13,72 \text{ mm/jam}$$

Ditentukan periode ulang (T) untuk selokan samping 5 tahun

Tabel 4.7 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,532
30	0,5352	0,5371	0,538	0,5388	0,5402	0,5402	0,541
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

Sumber : SNI 03-3424-1994 Hal 16

Dari tabel tersebut didapatkan nilai Yn untuk Jumlah

Data (n) = 11 tahun adalah Yn= 0,4952

Tabel 4.8 Nilai Yt

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : SNI 03-3424-1994 Hal 16

Dari tabel diatas dapat ditentukan nilai Yt untuk periode ulang (T) 5 tahun adalah $Y_t = 2,2502$

Tabel 4.9 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,148	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,169	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,198
90	0,2007	1,202	1,202	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

Sumber : SNI 03-3424-1994 Hal 16

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai Sn untuk periode ulang (T) adalah $S_n = 0,9496$

Setelah nilai Y_n , Y_t , S_n diketahui kemudian menentukan nilai X_t sebagai berikut :

$$X_t = \frac{X' + S_x}{S_n \times (Y_t - Y_n)}$$

$$X_t = \frac{97,09 + 1372}{0,9496 \times (1,4999 - 0,4952)}$$

$$X_t = 122,446 \text{ mm/jam}$$

Kemudian setelah nilai X_t diketahui, maka setelah itu dapat menentukan intensitas curah hujan dengan cara sebagai berikut :

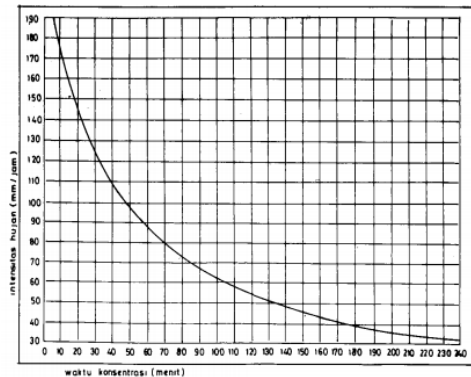
$$I = \frac{90\% \times X_t}{4}$$

$$I = \frac{0,9 \times 122,446}{4}$$

$$I = 27,55 \text{ mm/jam}$$

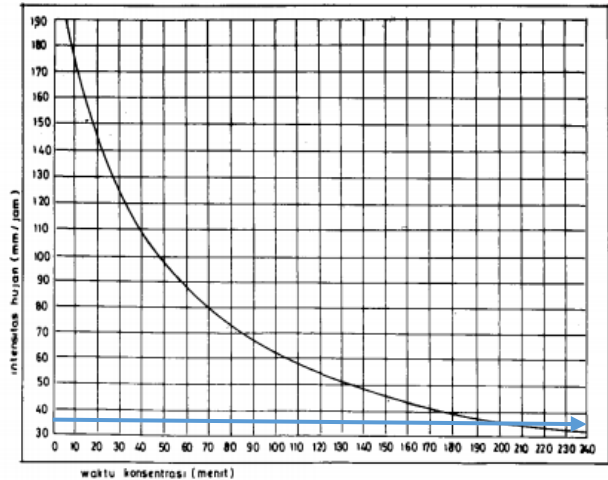
Hasil dari perhitungan Intensitas kemudian di plotkan kedalam kurva basis, yang kemudian digunakan untuk mencari nilai I dari t_c (waktu konsentrasi) untuk mencari nilai Q atau debit air. Langkah-langkah adalah sebagai berikut :

- Gambar kurva basis yang belum di plotkan intensitas hujan

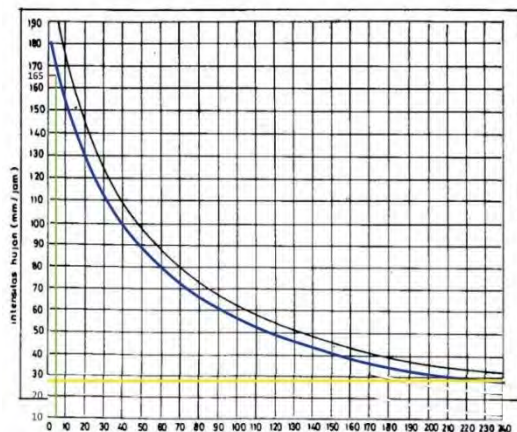


Gambar 4. 4 Kurva Basis

- Mem-plotkan nilai I yang sudah dapat yaitu 27,55. Kemudian ditarik garis lurus sepanjang sumbu horizontal kurva



- Dari ujung sumbu horizontal dibuat garis lengkung seperti garis hitam yang sudah ada



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

5.1 Analisa Data Lalu Lintas

5.1.1 Fasilitas Kondisi Jalan Eksisting

Dalam analisa kapasitas dibutuhkan hasil perhitungan dari kapasitas dasar (Co), menentukan factor penyesuaian akibat jalus lalu lintas (FCw), menentukan factor penyesuaian akibat pemisah arah (FCsp) dan menentukan factor penyesuaian akibat hambatan sampling. Dari serangkaian data tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting.

5.1.1.1 Menentukan Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan mengetahui dan melihat tipe ainyemen pada daerah perencanaan. Dari hasil perhitungan tipe alinyemen tersebut diatas, maka ruas jalan Babat – Bts. Kab. Jombang STA 5+400 – 9+400 direncanakan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) adalah datar dengan menggunakan Pers. 2.1 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Rekapitulasi Perhitungan ΔH

STA	Elevasi	ΔH
5 + 437,5	50,6345	-1,3325
5+ 475	51,967	
5 + 500	51,964	0,003
5 + 537,5	50,663	1,301
5 + 638,3	49,886	0,777

5 + 675	49,988	-0,102
5 + 725	49,995	-0,007
5 + 806,5	50,1715	-0,1765
5 + 998,8	50,1175	0,054
6 + 075	50,246	-0,1285
6 + 150	50,185	0,061
6 + 235,9	50,5755	-0,3905
6 + 497,5	49,9775	0,598
6 + 769,7	50,5165	-0,539
7 + 085,7	50,5705	-0,054
7 + 182,9	50,6895	-0,119
7 + 250	50,849	-0,1595
7 + 346,1	50,9255	-0,0765
7 + 442,423	51,198	-0,2725
7 + 675,2	51,337	-0,139
8 + 074,3	51,944	-0,607
8 + 453,3	53,562	-1,618
8 + 620,5	54,464	-0,902
8 + 757	54,71	-0,246
8 + 850	55,03	-0,32
8 + 900	55,057	-0,027
8 + 952,3	55,438	-0,381
8 + 990,9	55,524	-0,086
9 + 190,02	57,0725	-1,5485
9 + 350	57,325	-0,2525
9 + 407,08	57,487	-0,162
	Σ	-6,8525

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Sehingga :

$$\frac{\Delta H}{\Sigma \text{Lebar Jalan}} = \frac{6,8525}{3,5} = 1,958 \text{ m/km} < 10 \text{ m/km}$$

maka tipe alinyemen vertikal tergolong **DATAR**.

Untuk alinyemen horizontal :

Tabel 5.2 Rekapitulasi Sudut (Δ) Alinyemen Horizontal

STA	Δ
5+618,950	4
5+875	6
6+268,092	15
7+190,035	4
8+601,988	6
Jumlah	35

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Sehingga perhitungan dilanjutkan menggunakan Pers. 2.2:

$$\left(\frac{\frac{35}{360} \times 2\pi}{3,5} \right) = 0,174 \text{ rad/km} < 1 \text{ rad/km}$$

Maka tipe alinyemen horizontal ruas jalan tersebut tergolong **DATAR**.

Tabel 5.3 Tipe Alinyemen Berdasarkan

Tipe alinyemen	Naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Datar	< 10	< 1,0
Bukit	10 - 30	1,00-2,5
Gunung	> 30	> 2,5

Sumber : MKJI 1997 hal. 6-40 Jalan Luar Kota

Kemudian dari tabel kapasitas dasar (C_0) pada jalan luar kota 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) untuk tipe alinyemen datar diperoleh nilai $C_0 = 3100$.

Tabel 5.4 Kapasitas Dasar pada Jalan Luar

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar Total kedua arah smp/jam
Dua-lajur tak-terbagi	
• Datar	3100
• Bukit	3000
• Gunung	2900

Sumber : MKJI 1997 hal. 6-65 Jalan Luar Kota

5.1.1.2 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Dari tabel factor penyesuaian akiat lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 2/2 UD dengan lebar efektif pada tabel sebesar 7 m, maka didapatkan nilai FC_w .

Tabel 5.5 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas (W_e) (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur 3,0	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur 3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah 5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber : MKJI 1997 hal. 6-66 Jalan Luar Kota

5.1.1.3 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{sp})

Pada data lalu lintas yang kami dapat sudah dicantumkan bahwa ruas jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 - STA 9+400 untuk faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah 50% - 50%, dan untuk nilai FC_{sp} yang didapat dari tabel sebesar = 1,00.

Tabel 5.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{SPB}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : MKJI 1997 hal. 6-67 Jalan Luar Kota

5.1.1.4 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{sf})

Berdasarkan data jalan dan hasil survey lapangan, dapat ditentukan bahwa ruas jalan Babat – Bts.Kab. Jombang terdapat pemukiman, perbukitan, dan pertokoan sehingga kelas hambatan samping pada lokasi dapat digolongkan pada kelas rendah (L). Dari tabel faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{sf}) untuk tipe jalan 2 jalur 2 arah (2/2 UD) dengan kelas hambatan samping rendah dengan adanya bahu jalan selebar 2 m, sehingga nilai FC_{sf} = 1,00

Tabel 5.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC _{sf})			
		Lebar bahu efektif W _s			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
4/2 UD	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : MKJI 1997 hal. 6-67 Jalan Luar Kota

5.1.1.5 Menentukan Nilai Kapasitas (C)

Nilai kapasitas (C) dapat ditentukan dengan menggunakan **Pers. 2.3** berikut:

$$C_o = 3100 \text{ smp/jam}$$

$$FC_w = 1,00$$

$$FC_{sp} = 1,00$$

$$FC_{sf} = 1,00$$

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \dots\dots\dots(\text{Pers. 2.3}) \\ &= 3100 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \\ &= 3100 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5.1.1.6 Menentukan Derajat Kejenuhan (DS)

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai DS dapat menggunakan **Pers. 2.4** sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(\text{Pers. 2.4})$$

Dengan rumus tersebut untuk mendapatkan nilai Q menggunakan rumus berikut:

$$Q = LHRT \times k \times emp$$

Berikut adalah contoh perhitungan DS pada kondisi eksisting jalan.

Tabel 5.8 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Kondisi Jalan Eksisting 2/2 UD Tahun 2016

Awal Umur Rencana Tahun 2016								
No	Jenis Kendaraan	Tahun	K	Q ren/jam	emp	Q smp/jam	C	DS
		2016						
1	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station wagon	24195,2	0,11	2661	1	293	3100	0,3
2	Oplet, Pick-up Oplet, Combi	2201,0		242	1	27		
3	Pick-up, Micro truck, mobil box	12726,8		1400	1	154		
4	Bus Kecil	1774,5		195	1,3	28		
5	Bus Besar	916,2		101	1,5	17		
6	Truck Sedang, Truck Berat 2 as	8751,3		963	1,5	159		
7	Truck Berat 3 as	2311,6		254	2,5	70		
8	Truck Gandeng	2137,8		235	2,5	65		
9	Truck Trailer	800,4		88	0,5	5		
Jumlah				6139,6		816,2		

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Tabel 5.9 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Kondisi Eksisting 2/2 UD Tahun 2037

Awal Umur Rencana Tahun 2036								
No	Jenis Kendaraan	Tahun	K	Q	emp	Q	C	DS
		2036		ren/jam		smp/jam		
1	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station wagon	50473,4	0,11	5552,08	1	610,73	3100	0,5
2	Oplet, Pick-up Oplet, Combi	4591,5		505,06	1	55,56		
3	Pick-up, Micro truck, mobil box	26549,4		2920,43	1	321,25		
4	Bus Kecil	3701,8		407,19	1,3	58,23		
5	Bus Besar	1911,3		210,24	1,5	34,69		
6	Truck Sedang, Truck Berat 2 as	18256,1		2008,17	1,5	331,35		
7	Truck Berat 3 as	4822,2		530,44	2,5	145,87		
8	Truck Gandeng	4459,7		490,56	2,5	134,91		
9	Truck Trailer	1669,6		183,66	0,5	10,10		
Jumlah				12807,8		1702,7		

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan DS dari mulai awal umur rencana hingga akhir umur rencana yaitu pada tahun 2016-2036 :

Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan DS

Tahun (x)	DS
2016	0,3
2017	0,32
2018	0,34
2019	0,36
2020	0,38
2021	0,4
2022	0,406
2023	0,412
2024	0,418
2025	0,424
2026	0,43
2027	0,436
2028	0,442
2029	0,448
2030	0,454
2031	0,46
2032	0,466
2033	0,472
2034	0,478
2035	0,484
2036	0,5

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai derajat kejenuhan (DS) selama umur rencana berada pada nilai $\leq 0,75$, maka dapat disimpulkan bahwa ruas jalan Babat – Bts. Kab. Jombang STA 5+400 – 9+400 selama umur perencanaan peningkatan jalan tidak membutuhkan pelebaran.

5.2 Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan raya perlu dipertimbangkan juga mengenai aspek kenyamanan untuk pengguna jalan, untuk itu perlu dilakukan kontrol geometrik jalan yang akan direncanakan.

5.2.1 Kontrol Alinyemen

Untuk melakukan kontrol geometrik diperlukan rencana jari-jari lengkung minimum, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{v^2}{127 (e_m + f_m)} \\ &= \frac{60^2}{127 (0,06 + 0,14)} \\ &= 38,306023 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2.1.1 Alinyemen Horizontal

Untuk kontrol alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu. Dari data yang ada pada ruas jalan Babat - Bts. Kab. Jombang STA 5+400 – STA 5+900 terdapat tikungan sebagai berikut :

1. Full Circle

Perhitungan STA 5+618,950 dengan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_r &= 60 \text{ km/jam} \\ R &= 190 \text{ m} \\ \Delta &= 4^\circ \end{aligned}$$

Menentukan nilai Tc

$$\begin{aligned}
T_c &= R_c \cdot \operatorname{Tg} \frac{1}{2} \Delta \\
&= 190 \text{ m} \times \operatorname{Tg} \left(\frac{1}{2} \times 4^\circ \right) \\
&= 16,51716 \text{ m}
\end{aligned}$$

Menentukan nilai Ec

$$\begin{aligned}
E_c &= T_c \cdot \operatorname{Tg} \frac{1}{4} \Delta \\
&= 16,51716 \text{ m} \times \operatorname{Tg} \left(\frac{1}{4} \times 4^\circ \right) \\
&= 0,28822 \text{ m}
\end{aligned}$$

Menentukan nilai Lc

$$\begin{aligned}
L_c &= \left(\frac{\Delta \pi}{360} \right) \times 2 \cdot R_c \\
&= \left(\frac{4^\circ \times \pi}{360} \right) \times (2 \times 190 \text{ m}) \\
&= 13,25777 \text{ m}
\end{aligned}$$

Kontrol

$$\begin{aligned}
L_c &< 2 \cdot T_c \\
13,258 &< 2 \times 16,517 \\
13,258 &< 33,034 \text{ (OK !)}
\end{aligned}$$

2. Spiral – Spiral

Perhitungan STA 5+875 dengan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
V_r &= 60 \text{ km/jam} \\
R &= 220 \text{ m} \\
\Delta &= 6^\circ
\end{aligned}$$

Menentukan θ_s

$$\begin{aligned}
\theta_s &= \frac{1}{2} \Delta \\
&= \frac{1}{2} 6^\circ \\
&= 3^\circ
\end{aligned}$$

Menentukan nilai Ls

$$\begin{aligned}
L_s &= \left(\frac{2\pi}{360}\right) \times 2. \theta s. R \\
&= \left(\frac{6^\circ \times \pi}{360}\right) \times (2 \times 3 \times 200\text{m}) \\
&= 62,8 \text{ m}
\end{aligned}$$

Menentukan nilai P dan K

$$\begin{aligned}
P &= \frac{L_s^2}{6Rc} - Rc(1-\cos\theta s) \\
&= \frac{69,08^2}{6.220} - 220(1 - \cos 3) \\
&= 3,31368 \\
K &= L_s - \frac{L_s^2}{40Rc} - Rc\sin\theta s \\
&= 69,08 - \frac{69,08^2}{40.220} - 220.\sin 3 \\
&= 57,002381
\end{aligned}$$

Menentukan Nilai Ts

$$\begin{aligned}
T_s &= (R+P) \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + K \\
&= (220 + 3,31368) \times \tan(3) + 57,0238 \\
&= 68,72718
\end{aligned}$$

Menentukan Nilai Es

$$\begin{aligned}
E_s &= (R+P) \sec\left(\frac{1}{2}\Delta\right) - R \\
&= (220+3,31368) \times \sec(3) - 220 \\
&= 3,62014
\end{aligned}$$

Kontrol

$$\begin{aligned}
2L_s &< 2T_s \\
2 \times 62,8 &< 2 \times 68,7272 \\
125,6 &< 137,4544 \text{ (OK!)}
\end{aligned}$$

3. Spiral-Circle-Spiral

Perhitungan STA 6+268,092 dengan data sebagai berikut :

$$V_r = 60 \text{ km/jam}$$

$$R = 180 \text{ m}$$

$$\Delta = 15^\circ$$

$$L_s = 19,231$$

Menentukan nilai X_s dan Y_s

$$\begin{aligned} X_s &= L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40Rc} \right) \\ &= 19,231 \left(1 - \frac{19,231^2}{40.180^2} \right) \\ &= 19,22551 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_s &= \left(\frac{L_s^2}{6.Rc} \right) \\ &= \left(\frac{19,231^2}{6.180} \right) \\ &= 0,16209 \end{aligned}$$

Menentukan θ_s

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \left(\frac{90.L_s}{\pi.Rc} \right) \\ &= \left(\frac{90 \times 19,231}{\pi.180} \right) \\ &= 3,06226 \end{aligned}$$

Menentukan Nilai P

$$\begin{aligned} P &= \frac{L_s^2}{6Rc} - Rc(1-\cos\theta_s) \\ &= \frac{19,231^2}{6 \times 180} - 180(1-\cos 3,06226) \\ &= 0,0854 \end{aligned}$$

Menentukan Nilai K

$$K = L_s - \frac{L_s^2}{40Rc} - Rc(\sin\theta_s)$$

$$= 19,231 - \frac{19,231^2}{40 \cdot 180} - 180(\sin 3,06226)$$

$$= 9,54584$$

Menentukan Nilai Ts

$$T_s = (R+P) \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + K$$

$$= (180+0,0854) \tan(7,5) + 9,54584$$

$$= 33,25453$$

Menentukan Nilai Es

$$E_s = (R+P) \sec\left(\frac{1}{2}\Delta\right) - R$$

$$= (180+0,0854) \sec(7,5) - 180$$

$$= 1,639$$

Menentukan Nilai Lc

$$L_c = \left(\frac{\Delta - 2\theta_s}{180}\right) \times \pi \times R_c$$

$$= \left(\frac{15 - 2 \times 3,06226}{180}\right) \times \pi \times 180$$

$$= 27,968$$

Menentukan Nilai Ltot

$$L_{tot} = L_c + 2L_s$$

$$= 27,869 + 2 \times 19,231$$

$$= 66,331$$

Kontrol

$$L_{tot} < 2T_s$$

$$66,331 < 2 \times 33,2545$$

$$66,331 < 66,509 \text{ (OK!)}$$

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal

STA	R	θ_s	Ls	Lc	P	k	TS	Vren	Rmin	Es	Ec	Tc	Ltot	tipe	kontrol
5 + 618,95	190	-	-	13,25778	-	-	-	60	38,30602	-	0,288224	16,51716	-	FC	Ok
5+875	200	3	62,8	-	3,31368	57,02381	68,72718			3,62014	-	-	-	SS	Ok
6 + 268,1	160	3,06226	19,231	27,869	0,0854	9,54584	33,25453			1,639	-	-	66,331	S-C-S	Ok
6 + 987,48	225	2	15,7	-	0,04552	7,82022	15,67898			0,18269	-	-	-	SS	Ok
8 + 601,98	235	-	-	24,596	-	-	-			-	0,3225	12,31582	-	FC	Ok

Sumber : Pengolahan Data

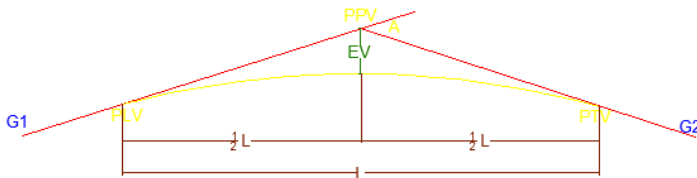
5.2.1.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui garis semu perpanjangan. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika tanjakan dan bernilai negatif (-) jika turunan.

Dari data yang ada pada ruas jalan Babat – Bts. Kab. Jombang STA 5+400 – 9+400 terdapat beberapa lengkung sebagai berikut :

1. Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung (STA 5+475)

Kecepatan Rencana (V)	= 60 km/jam
Jarak Pandang Henti (S)	= 75 m
Jarak pandang mendahului (S)	= 350 m
G1	= 4,268%
G2	= 0%
L lapangan	= 20 m
Perbedaan Aljabar% (A)	= $G2 - G1$
	= $0\% - 4,268\%$
	= -4,268% (cembung)



Gambar 5.1 Sketsa Lengkung Vertikal Cembung STA

Menentukan Nilai L

1. Berdasarkan Jarak Henti

$$S > L$$

$$\begin{aligned} L &= 2S - \frac{399}{A} \\ &= 2 \times 75 - \frac{399}{4,268} \\ &= 56,51359 \text{ (sesuai)} \end{aligned}$$

$$S < L$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{AS^2}{399} \\ &= \frac{4,268 \times 120^2}{399} \\ &= 60,16917 \end{aligned}$$

2. Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului

$$S > L$$

$$\begin{aligned} L &= 2S - \frac{960}{A} \\ &= 2 \times 350 - \frac{960}{4,268} \\ &= 475,0703 \text{ (sesuai)} \end{aligned}$$

$$S < L$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{AS^2}{960} \\ &= \frac{4,268 \times 550^2}{960} \\ &= 544,6146 \text{ (sesuai)} \end{aligned}$$

3. Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

$$\begin{aligned} L &= \frac{A \times V^2}{389} \\ &= \frac{4,268 \times 80^2}{389} \\ &= 39,4982 \end{aligned}$$

4. Berdasarkan Keluwesan

$$\begin{aligned} L &= 0,6 \times V \\ &= 0,6 \times 60 \end{aligned}$$

$$= 30 \text{ m}$$

5. Berdasarkan Ketentuan Drainase

$$L = 40 \times A$$

$$= 40 \times 4,268$$

$$= 170,72 \text{ m}$$

Menentukan EV (Pergeseran Vertikal)

Maka L yang diambil adalah L lapangan

$$\begin{aligned} EV &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{4,268 \times 25}{800} \\ &= 0,133375 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan Elevasi dan STA PLV

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PLV} &= \text{elevasi PPV} - \frac{1}{2} \times L \times g1 \\ &= 51,874 - \frac{1}{2} \times 20 \times 4,268/100 \\ &= 51,4472 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PPV rencana} - \frac{1}{2}L \\ &= 5+475 - 10 \\ &= 5+465 \end{aligned}$$

Elevasi $\frac{1}{4} L$

$$\begin{aligned} y' &= \frac{A}{200 \times L} X^2 \\ &= \frac{4,268}{200 \times 20} 5^2 \\ &= 0,026 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} + g1(\frac{1}{4}L) - y' \\ &= 51,874 + 4,268/100 (5) - 0,026 \\ &= 52,0614 \end{aligned}$$

Elevasi PPV

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= \text{Elevasi Rencana} - Ev \\ &= 51,874 - 0,133375 \\ &= 51,74063 \end{aligned}$$

Elevasi $\frac{3}{4} L$

$$\begin{aligned}y' &= \frac{A}{200 \times L} X^2 \\&= \frac{4,628}{200 \times 20} 15^2 \\&= 0,26\end{aligned}$$

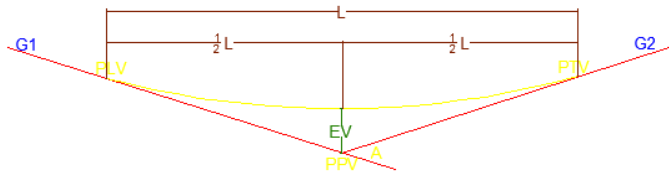
$$\begin{aligned}\text{Elevasi} &= \text{elevasi renc. PPV} + g2 \times (3/4 L) - y' \\&= 5+475 + (0/100) \times 15 - 0,26 \\&= 479,74\end{aligned}$$

Mencari Elevasi dan STA PTV

$$\begin{aligned}\text{Elevasi} &= \text{elevasi PPV rencana} + \frac{1}{2} L \times g2 \\&= 51,874 + 10 \times 0 \\&= 51,874 \\ \text{STA} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} L \\&= 5+475 + 10 \\&= 5+485\end{aligned}$$

**2. Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung
(STA 5+437.600)**

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan rencana (V)} &= 60 \text{ km/jam} \\ \text{Jarak pandang henti (S)} &= 75 \text{ m} \\ \text{Jarak pandang mendahului (S)} &= 350 \text{ m} \\ G1 &= 1,692\% \\ G2 &= 4,628\% \\ L \text{ lapangan} &= 25 \text{ m} \\ \text{Perbedaan Aljabar\% (A)} &= G2-G1 \\ &= 4,268\% - 1,692\% \\ &= 2,576\% \text{ (cekung)}\end{aligned}$$



Gambar 5.2 Sketsa Lengkung Vertikal Cekung STA

Menentukan Nilai L

1. Berdasarkan Jarak Pandang Henti (S)

$$S > L$$

$$\begin{aligned} L &= 2S - \frac{150 + (3,5S)}{A} \\ &= 2 \times 75 - \frac{150 + (3,5 \times 120)}{2,576} \\ &= -111,902 \text{ (sesuai)} \end{aligned}$$

$$S < L$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{AS^2}{150 + (3,5S)} \\ &= \frac{2,576 \times 120^2}{150 + (3,5 \times 120)} \\ &= 34,29586 \end{aligned}$$

2. Berdasarkan Jarak Pandang Menyiap (S)

$$S > L$$

$$\begin{aligned} L &= 2S - \frac{150 + (3,5S)}{A} \\ &= 2 \times 350 - \frac{150 + (3,5 \times 550)}{2,576} \\ &= 64,4565 \end{aligned}$$

$$S < L$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{AS^2}{150 + (3,5S)} \\ &= \frac{2,576 \times 550^2}{150 + (3,5 \times 550)} \\ &= 227,841 \end{aligned}$$

3. Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

$$\begin{aligned} L &= \frac{A \times V^2}{389} \\ &= \frac{2,576 \times 80^2}{389} \\ &= 23,8396 \end{aligned}$$

4. Berdasarkan Keluwesan

$$\begin{aligned} L &= 0,6 \times V \\ &= 0,6 \times 60 \\ &= 36 \end{aligned}$$

5. Berdasarkan Ketentuan Drainase

$$\begin{aligned} L &= 40 \times A \\ &= 40 \times 2,576 \\ &= 103,04 \end{aligned}$$

Menentukan EV (Pergeseran Vertikal)

$$\begin{aligned} EV &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{2,576 \times 375,5373}{800} \\ &= 1,61231 \end{aligned}$$

Menentukan Elevasi dan STA PLV

$$\begin{aligned} \text{Elevasi LV} &= \text{elevasi PPV} - \frac{1}{2} L \times g1 \\ &= 60,273 - 187.768 \times (1,692/100) \\ &= 5+249,732 \end{aligned}$$

Elevasi $\frac{1}{4} L$

$$\begin{aligned} Y' &= \frac{A}{200 \times L} X^2 \\ &= \frac{2,576}{200 \times 375,537} 93,884^2 \\ &= 0,302 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{elevasi renc. PPV} + g_1 \times (1/4 L) - y' \\
 &= \frac{2,576}{200 \times 375,537} 93,884^2 \\
 &= 0,302
 \end{aligned}$$

Elevasi PPV

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi rencana} - E_v \\
 &= 60,273 - 1,209 \\
 &= 59,064
 \end{aligned}$$

Elevasi $\frac{3}{4} L$

$$\begin{aligned}
 Y' &= \frac{A}{200 \times L} X^2 \\
 &= \frac{2,576}{200 \times 375,537} 281,653^2 \\
 &= 2,72
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{elevasi renc. PPV} + g_2 \times (3/4 L) - y' \\
 &= 60,273 + (4,628/100) \times 93,884 - 2,72 \\
 &= 61,898
 \end{aligned}$$

Mencari Elevasi dan STA PTV

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi renc. PPV} + \frac{1}{2} L \times g_2 \\
 &= 60,273 + 187,768 \times (4,628/100) \\
 &= 68,9629
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} L \\
 &= 5+437,600 + 187,768 \\
 &= 5+625,268
 \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal

STA PPV	A	Tipe Alinyemen	L. Lapangan (m)	S Jarak Pandang Henti (m)	S Jarak Pandang Menyiap (m)	Jarak Pandang Henti		Jarak Pandang Menyiap		Keluwasan	Kenyamanan	Drainase	Kontrol Jarak Pandang Menyiap	Kontrol Jarak Pandang Henti	Kontrol Keluwesan	Kontrol Kenyamanan
						S>L	S<L	S>L	S<L							
5 + 437,5	2,58	Cekung	25	75	350	-101,90	35,13	74,46	229,50	36	23,84	103,04	ok	ok	not ok	ok
5+ 475	-4,27	Cembung	20	75	350	243,49	-60,17	924,93	-757,72	36	-39,50	-170,72	ok	ok	not ok	ok
5 + 500	-4,41	Cembung	20	75	350	240,52	-62,14	917,79	-782,58	36	-40,79	-176,32	ok	ok	not ok	ok
5 + 537,5	3,81	Cekung	30	75	350	-68,92	51,94	228,39	339,35	36	35,25	152,36	ok	ok	not ok	not ok
5 + 638,3	1,14	Cekung	20	75	350	-230,26	15,55	-524,56	101,56	36	10,55	45,6	ok	ok	not ok	ok
5 + 675	-0,59	Cembung	30	75	350	822,85	-8,36	2318,89	-105,28	36	-5,49	-23,72	ok	ok	not ok	ok
5 + 725	0,30	Cekung	30	75	350	-863,49	4,15	3479,61	27,08	36	2,81	12,16	ok	ok	not ok	ok
5 + 806,5	-0,30	Cembung	50	75	350	1488,93	-4,20	3921,48	-52,91	36	-2,76	-11,92	ok	ok	ok	ok
5 + 998,8	0,26	Cekung	40	75	350	1001,91	3,57	4125,57	23,34	36	2,42	10,48	ok	ok	ok	ok
6 + 075	-0,39	Cembung	40	75	350	1186,36	-5,43	3193,51	-68,35	36	-3,56	-15,4	ok	ok	ok	ok
6 + 150	0,75	Cekung	50	75	350	-348,14	10,28	1074,67	67,17	36	6,98	30,16	ok	ok	ok	ok
6 + 235,9	-0,87	Cembung	50	75	350	610,74	-12,21	1808,55	-153,75	36	-8,01	-34,64	ok	ok	ok	ok
6 + 497,5	0,50	Cekung	100	75	350	-530,30	6,75	1924,75	44,1	36	4,58	19,8	ok	ok	ok	ok
6 + 769,7	-0,14	Cembung	50	75	350	3020,50	-1,96	7606,47	-24,68	36	-1,29	-5,56	ok	ok	ok	ok
7 + 085,7	-0,15	Cembung	50	75	350	2864,29	-2,07	7230,61	-26,10	36	-1,36	-5,88	ok	ok	ok	ok
7 + 182,9	0,38	Cekung	50	75	350	-698,14	5,13	2707,98	33,50	36	3,48	15,04	ok	ok	ok	ok

7 + 250	-0,24	Cembung	30	75	350	1819,46	-3,37	4716,74	-42,43	36	-2,21	-9,56	ok	ok	not ok	ok
7 + 346,1	0,26	Cekung	50	75	350	-1021,40	3,50	-4216,54	22,90	36	2,38	10,28	ok	ok	ok	ok
7 + 442,423	-0,28	Cembung	50	75	350	1554,93	-4,00	4080,28	-50,42	36	-2,63	-11,36	ok	ok	ok	ok
7 + 675,2	0,15	Cekung	100	75	350	-1785,71	2,00	-7783,33	13,10	36	1,36	5,88	ok	ok	ok	ok
8 + 074,3	0,19	Cekung	100	75	350	-1353,09	2,65	-5764,43	17,28	36	1,80	7,76	ok	ok	ok	ok
8 + 453,3	0,24	Cekung	50	75	350	-1080,25	3,31	-4491,15	21,65	36	2,25	9,72	ok	ok	ok	ok
8 + 620,5	-0,49	Cembung	50	75	350	959,33	-6,95	2647,26	-87,53	36	-4,56	-19,72	ok	ok	ok	ok
8 + 757	0,23	Cekung	50	75	350	-1136,36	3,15	-4753,03	20,58	36	2,14	9,24	ok	ok	ok	ok
8 + 850	-0,39	Cembung	30	75	350	1173,08	-5,50	3161,54	-69,24	36	-3,61	-15,6	ok	ok	not ok	ok
8 + 900	0,71	Cekung	30	75	350	-368,16	9,72	-1168,09	126,58	36	6,60	28,52	ok	ok	not ok	ok
8 + 952,3	-0,55	Cembung	30	75	350	879,43	-7,71	2455,03	-97,11	36	-5,06	-21,88	ok	ok	not ok	ok
8 + 990,9	0,79	Cekung	30	75	350	-330,60	10,83	-992,82	140,96	36	7,35	31,76	ok	ok	not ok	ok
9 + 190,02	-0,92	Cembung	100	75	350	584,17	-12,96	1744,61	-163,16	36	-8,50	-36,76	ok	ok	ok	ok
9 + 350	0,40	Cekung	30	75	350	-652,99	5,48	-2497,26	71,37	36	3,72	16,08	ok	ok	not ok	ok
9 + 407,08	-0,56	Cembung	30	75	350	861,23	-7,91	2411,23	-99,60	36	-5,19	-22,44	ok	ok	not ok	ok

Sumber : Hasil Pengolahan Data

5.2.1.3 Evaluasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal

a. Alinyemen Horizontal

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas diketahui bahwa untuk aspek yang dikontrol sudah memenuhi syarat sehingga dapat disimpulkan bahwa alinyemen horizontal pada segmen jalan tersebut sudah baik.

b. Alinyemen Vertikal

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas terdapat hasil kontrol alinyemen vertikal yang tidak memenuhi dikarenakan $L \text{ lapangan} < L \text{ hitungan}$. STA yang tidak memenuhi adalah STA 5 + 437,5, STA 5+ 475, STA 5 + 500, STA 5 + 537,5, STA 5 + 638,3, STA 5 + 675, STA 5 + 725, STA 7 + 250, STA 8 + 850, STA 8 + 900, 8 + 952,3, STA 9 + 350 dan STA 9 + 407,08. Karena kontrol yang tidak memenuhi adalah Kontrol L dari persyaratan jarak pandang menyiap maka kami memberikan saran pada STA yang tersebut diatas harus dipasang rambu dilarang mendahului dan marka jalan dibuat garis lurus untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.



Gambar 5. 3 Rambu Dilarang

Sumber : Doumentasi Penulis

5.3 Koordinasi alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan tol harus dikoordinasikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman.

Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui didepannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal. Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) lengkung horizontal sebaiknya berimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
- b) tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
- c) lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang lurus dan panjang, harus dihindarkan.
- d) dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan.
- e) tikungan yang tajam di antara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Kontrol Fase Alinyemen

No	STA Horizontal	STA Vertikal	Tipe Horizontal	Tipe Vertikal	Kontrol Sefase
1	5 + 619	5 + 600	FC	Cekung	Tidak Sefase
2	5 + 875	5 + 870	SS	Cembung	Tidak Sefase
3	6 + 268	6 + 270	S-C-S	Cembung	Sefase
4	7 + 987,5	6 + 970	SS	Cembung	Tidak Sefase
5	8 + 601	6 + 600	FC	Cembung	Tidak Sefase

Dari tabel diatas maka disimpulkan bahwa hanya ada satu tikingan yang sefase karena kebanyakan titik lengkung vertikal dan horizontal tidak bersinggungan.

5.4 Perencanaan Perkerasan

5.4.1 Analisa Lalu Lintas

5.4.1.1 *Pertumbuhan Kendaraan*

Pertumbuhan kendaraan rata-rata tiap jenis kendaraan bergantung pada pertambahan volume kendaraan jenis tersebut setiap tahun nya. Rata-rata pertumbuhan tiap jenis kendaraan tersebut disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5.14 Pertumbuhan rata-rata kendaraan

No	Tahun	i (%)
1	2012	1,00
2	2013	7,72
3	2014	6,69
4	2015	9,19
5	2016	6,80
i total		7,60

Sumber : Hasil Pengolahan Data

5.4.1.2 *Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan*

Dari nilai i diatas yang merupakan jumlah pertumbuhan kendaraan rata rata akan digunakan untuk mencari faktor pertumbuhan komulatif (R) yang selanjutnya nilai R tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN). Pada perkerasan kaku beban yang diperhitungkan ialah beban kendaraan niaga yang lebih besar dari 5 ton sehingga beban yang kurang dari 5 ton tidak dihiraukan, oleh karena itu perlu dilakukan pengelompokan kendaraan niaga untuk mengetahui kendaraan yang memiliki beban >5 Ton.

Tabel 5.15 Data Muatan dan Pengelompokan Kendaraan Niaga

No	Jenis Kendaraan	Pengelompokan Dalam Perhitungan	Berat Max. (Kg)
1	Kendaraan Ringan	Mobil Penumpang	2000
2	Bus Besar	Bus	9000
3	Truk 2 As kecil atau Bus Kecil	Truk 2 As kecil	8300
4	Truk 2 As	Truk 2 As	18200
5	Truk 3 As	Truk 3 As	25000
6	Trailer	Trailer	42000
7	Truk Gandeng	Truk Gandeng	31000

Sumber: Dinas PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur

Tabel 5.16 Pembagian Sumbu As (berdasarkan pengukuran beban)

No.	Jenis Kendaraan	Bebas As	Jenis As
1.	Mobil penumpang 2 ton	1	STRT
		1	STRT
2.	Bus besar 9 ton	3,06	STRT
		5,94	STRG
3.	Truk 2 As $\frac{3}{4}$ atau Bus kecil 8,3 ton	2,82	STRT
		5,48	STRG
4.	Truk 2 As 18,2 ton	6,19	STRT
		12,01	STRG
5.	Truk 3 As 25 ton	6,25	STRT
		18,75	STdRG
6.	Trailer 42 ton	7,56	STRT
		11,76	STRG
		22,68	STdRG
7.	Truk gandeng 31 ton	5,02	STRT
		11,30	STRG
		7,54	STRG
		7,54	STRG

Sumber: Dinas PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur

5.4.1.3 *Perhitungan Data Muatan Maksimum Kendaraan*

Dalam survey muatan maksimum kendaraan digunakan untuk mengetahui angka ekuivalen untuk tiap-tiap jenis kendaraan, berikut ini penjelasan perhitungan distribusi beban sumbu pada tiap-tiap jenis kendaraan :

a. **Mobil Penumpang**

Muatan maksimal = 2000 kg = 2 ton.

Total 2 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 50\% \times 2 \text{ ton} \\ &= 1 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRT)} &= 50\% \times 2 \text{ ton} \\ &= 1 \text{ ton}\end{aligned}$$

b. **Truk 2 As $3/4$ atau bus kecil**

Muatan maksimal = 8300 kg = 8,3 ton

Total 8,3 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 34\% \times 8,3 \text{ ton} \\ &= 2,82 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 66\% \times 8,3 \text{ ton} \\ &= 5,48 \text{ ton}\end{aligned}$$

c. Bus Besar

Muatan maksimal = 9000 kg = 9 ton

Total 9 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 34\% \times 9 \text{ ton} \\ &= 3,06 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 66\% \times 9 \text{ ton} \\ &= 5,94 \text{ ton}\end{aligned}$$

d. Truk 2 as

Muatan maksimal = 18200 kg = 18,2 ton

Total 18,2 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 34\% \times 18,2 \text{ ton} \\ &= 6,19 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 66\% \times 18,2 \text{ ton} \\ &= 12,01 \text{ ton}\end{aligned}$$

e. Truk 3 as

Muatan maksimal = 25000 kg = 25 ton

Total 25 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 25\% \times 25 \text{ ton} \\ &= 6,25 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 75\% \times 25 \text{ ton} \\ &= 18,75 \text{ ton}\end{aligned}$$

f. Truk Trailer

Muatan maksimal = 42000 kg = 42 ton

Total 42 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 18\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 7,56 \text{ ton}\end{aligned}$$

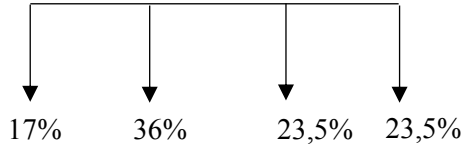
$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 28\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 11,76 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STdRG)} &= 54\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 22,68 \text{ ton}\end{aligned}$$

g. Truk Gandeng

Muatan maksimal = 31000 kg = 31 ton

Total 31 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 17\% \times 31 \text{ ton} \\ &= 5,02 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 36\% \times 31 \text{ ton} \\ &= 11,30 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 23,5\% \times 31 \text{ ton} \\ &= 7,54 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu belakang (STRG)} &= 23,5\% \times 31 \text{ ton} \\ &= 7,54 \text{ ton}\end{aligned}$$

5.4.1.4 *Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga*

Dibawah ini merupakan tabel dari jumlah kendaraan yang direncanakan dan konfigurasi sumbu dari masing-masing pada tahun awal rencana :

Tabel 5.17 Data Lalu Lintas Rencana Tahun 2017

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Jumlah (bh)
Mobil Penumpang	1 + 1	3716
Bus kecil	2,82 + 5,48	169
Bus Besar	3,06 + 5,94	87
Truk 2 As	6,19 + 12,01	831
Truk 3 As	6,25 + 18,75	220
Trailler	7,56 + 11,76 + 22,68	76
Truk Gandeng	5,02 + 11,30 + 7,54 + 7,54	203

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 5.18 Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (ton)				Jml. Kend (bh)	Jml. Sumbu per Kend (bh)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
MP	1	1	-	-	3716	2	7432						
Bus Kecil	2,82	5,48	-	-	169	2	338	2,82	169				
								5,48	169				
Bus Besar	3,06	5,94	-	-	87	2	512	3,06	87	5,94	87		
Truk 2 as	6,19	12,01	-	-	831	2	1662	6,19	831	12,01	831		
Truk 3 as Td	6,25	18,75	-	-	220	2	880	6,25	220			18,75	220
T. Gandeng	5,02	11,3	7,54	7,54	203	4	812	5,02	203				
										11,3	203		
										7,54	203		
										7,54	203		
Truk Trailer	7,56	11,76	-	22,68	76	3	228	7,56	76	11,76	76	22,68	76
Total							11526						

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Penjelasan tabel diatas :

- Kolom (1) : Jenis-jenis kendaraan yang dihitung dalam Perencanaan tebal perkerasan kaku yaitu kendaraan dengan berat 5 ton <
- Kolom (2) s/d kolom (4) : Konfigurasi beban sesuai dengan jenis kendaraan masing masing
- Kolom (6) : Jumlah kendaraan pada awal umur rencana yaitu pada tahun 2018
- Kolom (7) : jumlah sumbu masing-masing kendaraan
- Kolom (8) : jumlah sumbu total masing masing kendaraan dapat dihitung dengan perkalian kolom (6) dan kolom (7)
- Kolom (9) s/d kolom (14) : pengelompokan jenis sumbu dari roda depan dan roda belakang

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas (R) yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

Diketahui :

$$i = 7,6\%$$

$$UR = 20 \text{ tahun}$$

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i}$$

$$R = \frac{(1 + 0,076)^{20} - 1}{0,076}$$

$$R = 43,784$$

Perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 tahun

JSKN adalah jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana yang telah ditetapkan yaitu 20 tahun, JSKN tersebut dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C$$

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka

R = Faktor pertumbuhan komulatif yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana

C = Koefisien distribusi kendaraan

5.4.1.5 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Nilai C dapat diperoleh dari tabel dibawah ini.

Tabel 5.19 Jumlah Lajur Berdasar Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (LP)	Jumlah Lajur (n)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1 Lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 Lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 Lajur	0,5	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 Lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 Lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 Lajur	-	0,40

Sumber: SNI Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel.

Tabel 5.20 Faktor Keamanan Beban

No	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatifnya maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Sumber: SNI Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

Maka jumlah jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 tahun adalah :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots(Pers)$$

$$JSKN = 11526 \times 365 \times 43,784 \times 0,5$$

$$JSKN = 92099425,08$$

5.4.2 Perhitungan Tebal Perkerasan

Perhitungan repetisi sumbu rencana

Tabel 5.21 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Jenis Sumbu (1)	Beban Sumbu (2)	Jumlah Sumbu (3)	Proporsi Beban (4)	Proporsi Sumbu (5)	Lalu-lintas Rencana (6)	Repetisi yang terjadi (7)
STRT	7,56	76	0,04	0,48	92099425,08	1914408,56
	6,25	220	0,13		92099425,08	5541709,00
	6,19	831	0,47		92099425,08	20932546,25
	5,48	169	0,10		92099425,08	4257040,09
	5,02	203	0,12		92099425,08	5113486,03
	3,06	87	0,05		92099425,08	2191494,01
Total	2,82	169	0,10		92099425,08	4257040,09
STRG	12,01	831	0,52	0,44	92099425,08	21007631,81
	11,76	76	0,05		92099425,08	1921275,592
	11,3	203	0,13		92099425,08	5131828,227
	7,54	203	0,13		92099425,08	5131828,227
	7,54	203	0,13		92099425,08	5131828,227
	5,94	87	0,05		92099425,08	2199354,954
Total		1603				
STdRG	22,68	220	0,74	0,08	92099425,08	5476182,032
	18,75	76	0,26		92099425,08	1891771,975
Total		296				92099425,08

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Keterangan tabel diatas :

- Kolom (1) : Jenis sumbu kendaraan
- Kolom (2) : Sumbu kendaraan yang telah dikelompokkan berdasarkan jenis sumbu kendaraan (STRT,STRG,STdRG)
- Kolom (3) : Jumlah sumbu kendaraan
- Kolom (4) : (jumlah sumbu kendaraan) / (jumlah total sumbu)
Contoh : $76 / 1755$
- Kolom (5) : (jumlah total sumbu) / (jumlah sumbu total)
Contoh : $1755 / (1755+1603+296)$
- Kolom (6) : jumlah lalu lintas rencana dari nilai JSKN
- Kolom (7) : $(4) \times (5) \times (6)$

5.4.3 Analisa CBR

a Perkerasan kaku diatas perkerasan lentur

Tebal lapis tambahan perkerasan beton semen diatas perkerasan lentur dihitung dengan cara yang sama seperti perhitungan tebal pelat beton semen pada perencanaan jalan baru. Modulus reaksi perkerasan lama (k) diperoleh dengan melakukan pengujian pembebanan pelat (*plate bearing test*) menurut AASHTO T.222-81 di atas permukaan perkerasan lama yang selanjutnya dikorelasikan terhadap nilai CBR. Bila nilai k lebih besar dari 140 kPa/mm (14 kg/cm³), maka nilai k dianggap sama dengan 140 kPa/mm (14 kg/cm³) dengan nilai CBR 50%. (*SNI Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen hal.32*)

b Nilai CBR lapangan

Pada perencanaan peningkatan jalan ini untuk perhitungan tebal pelat beton pada badan jalan digunakan CBR 50%. Sedangkan jika nanti diperlukan pelebaran nilai CBR yang digunakan pada daerah pelebaran adalah nilai CBR lapangan.

5.4.4 Pondasi Bawah

Pondasi bawah yang digunakan pada proyek akhir ini adalah lapisan perkerasan lentur perencanaan sebelumnya.

5.4.5 Beton Semen

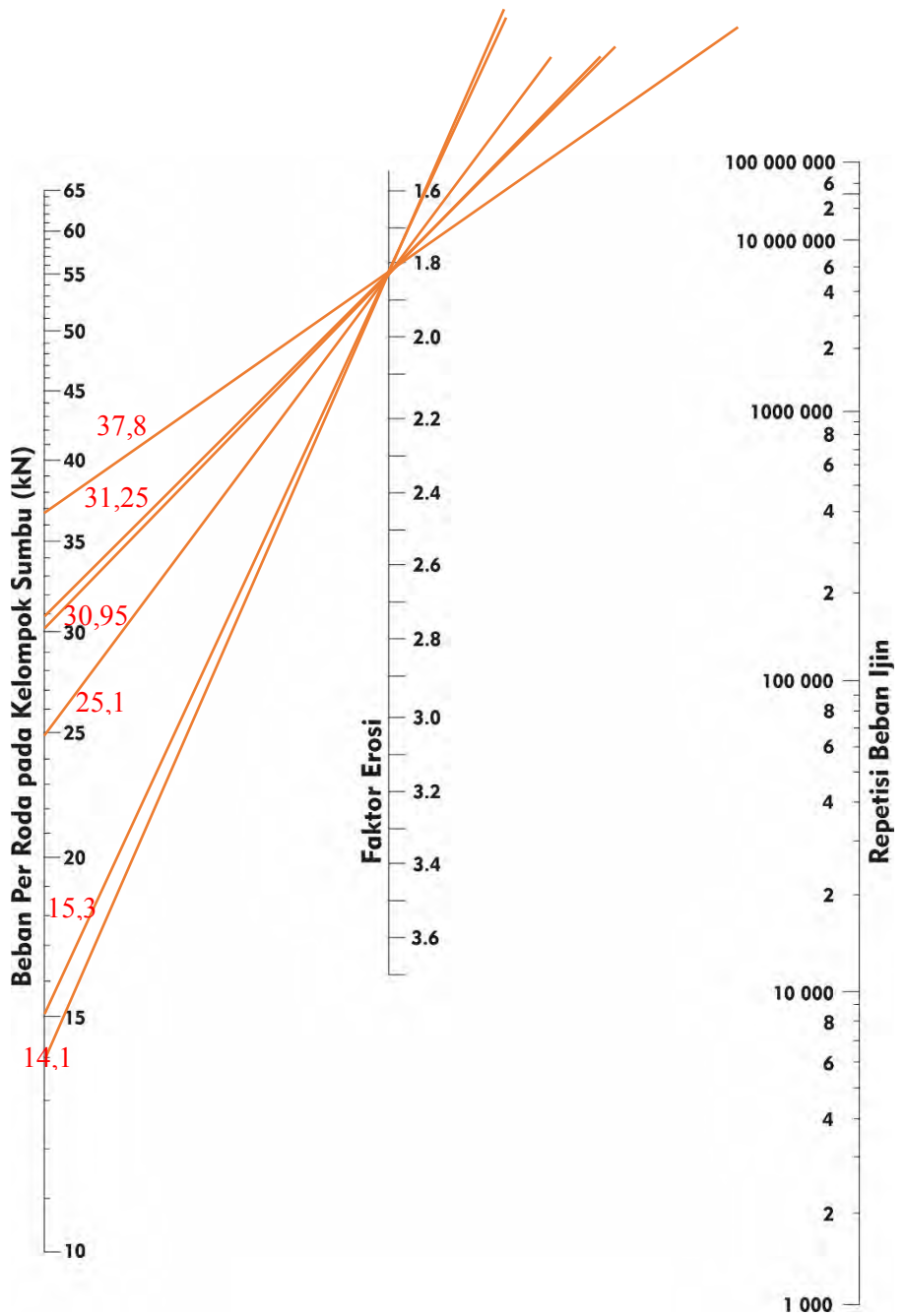
Kekuatan beton yang digunakan pada perencanaan jalan pada proyek akhir ini adalah K-400.

5.4.6 Umur Rencana

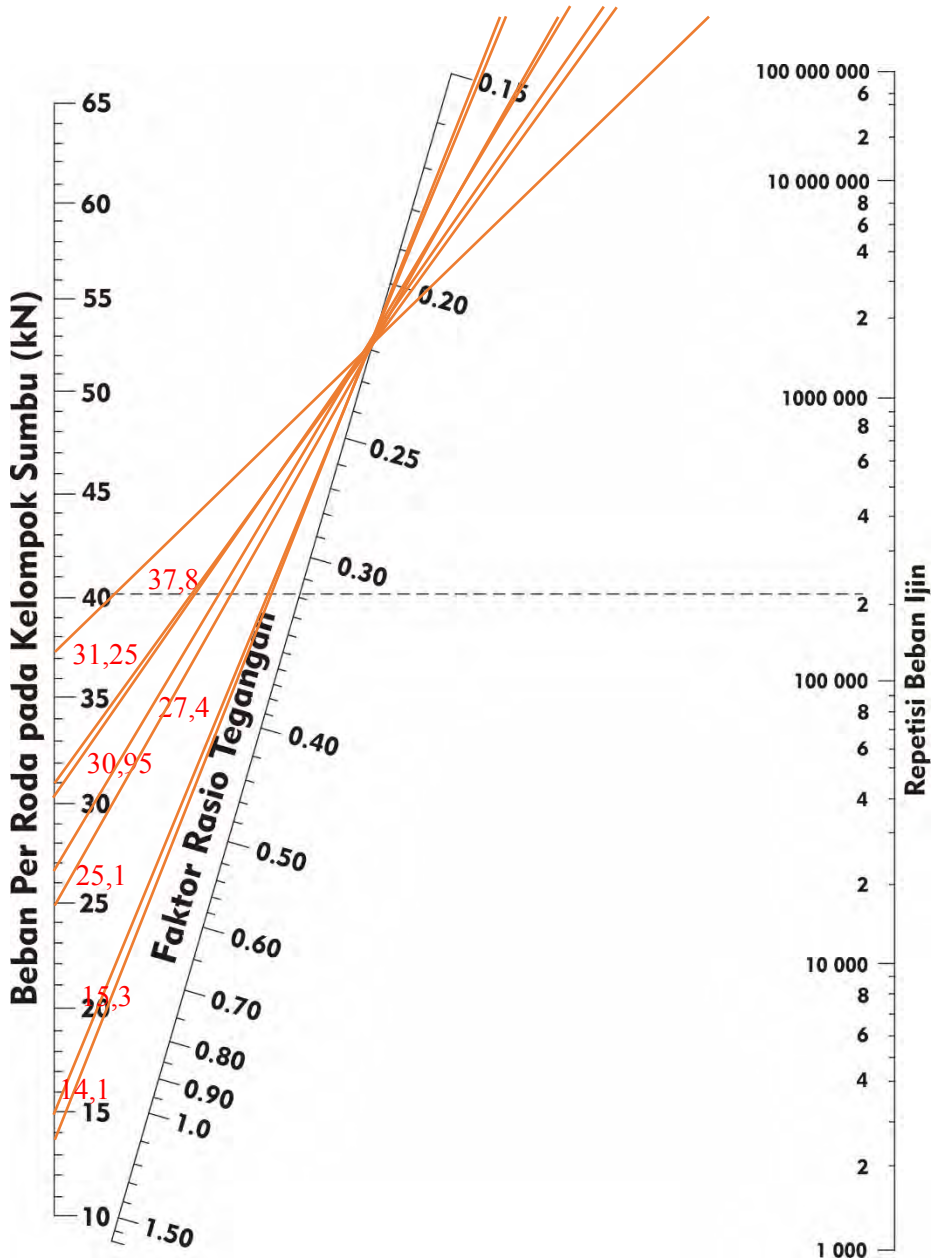
Perencanaan peningkatan jalan menggunakan perkerasan kaku pada proyek akhir ini adalah 20 tahun

5.4.7 Perhitungan Tebal Pelat Beton

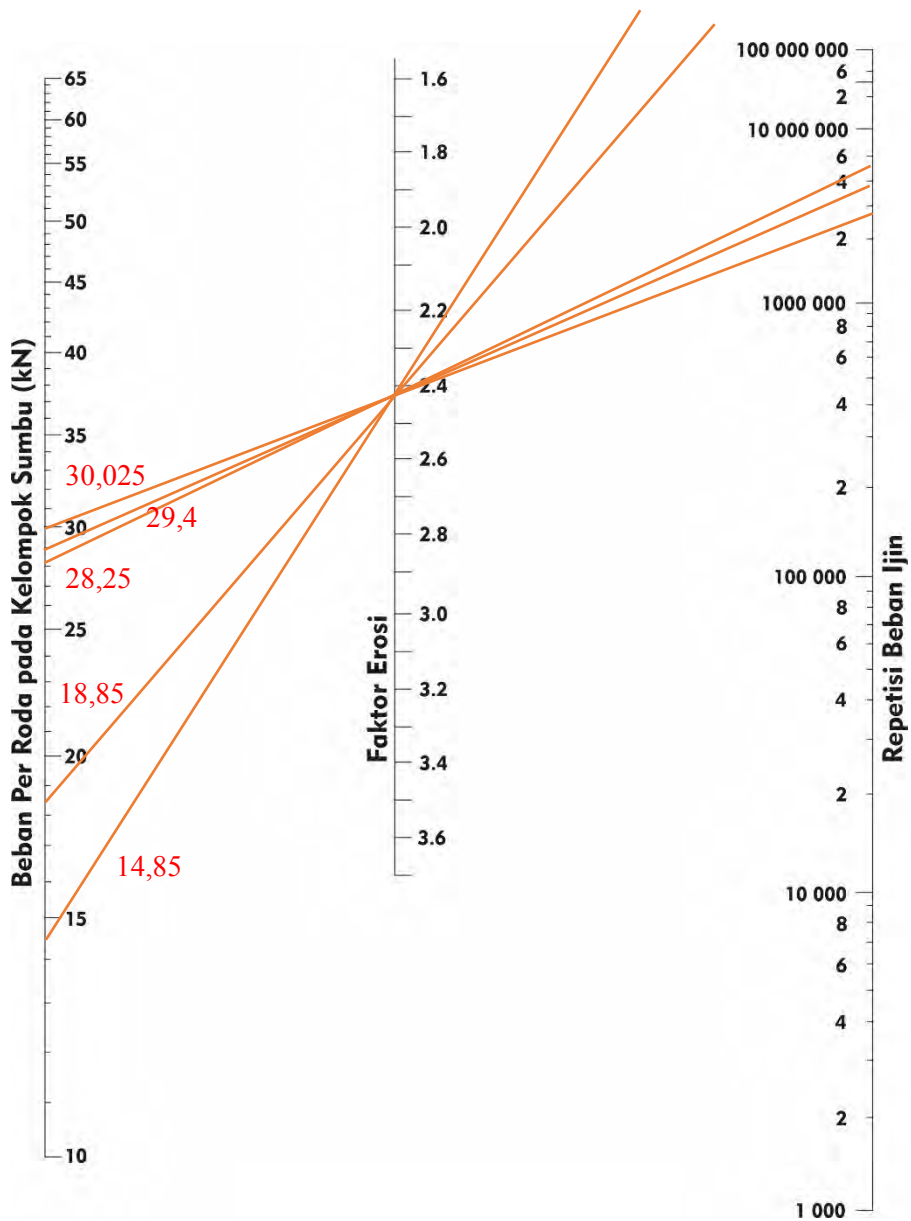
Jenis Perkerasan	= Beton Bersambung Dengan Tulangan
Jenis Bahu	= Dengan Bahu Beton
Umur Rencana	= 20 tahun
JSKN	= 92099425,08
Faktor Keamanan	= 1
Kuat Tarik Lentur Beton	= 4,25 Mpa
CBR Tanah Dasar	= 50%
Tebal Taksiran	= 20 cm



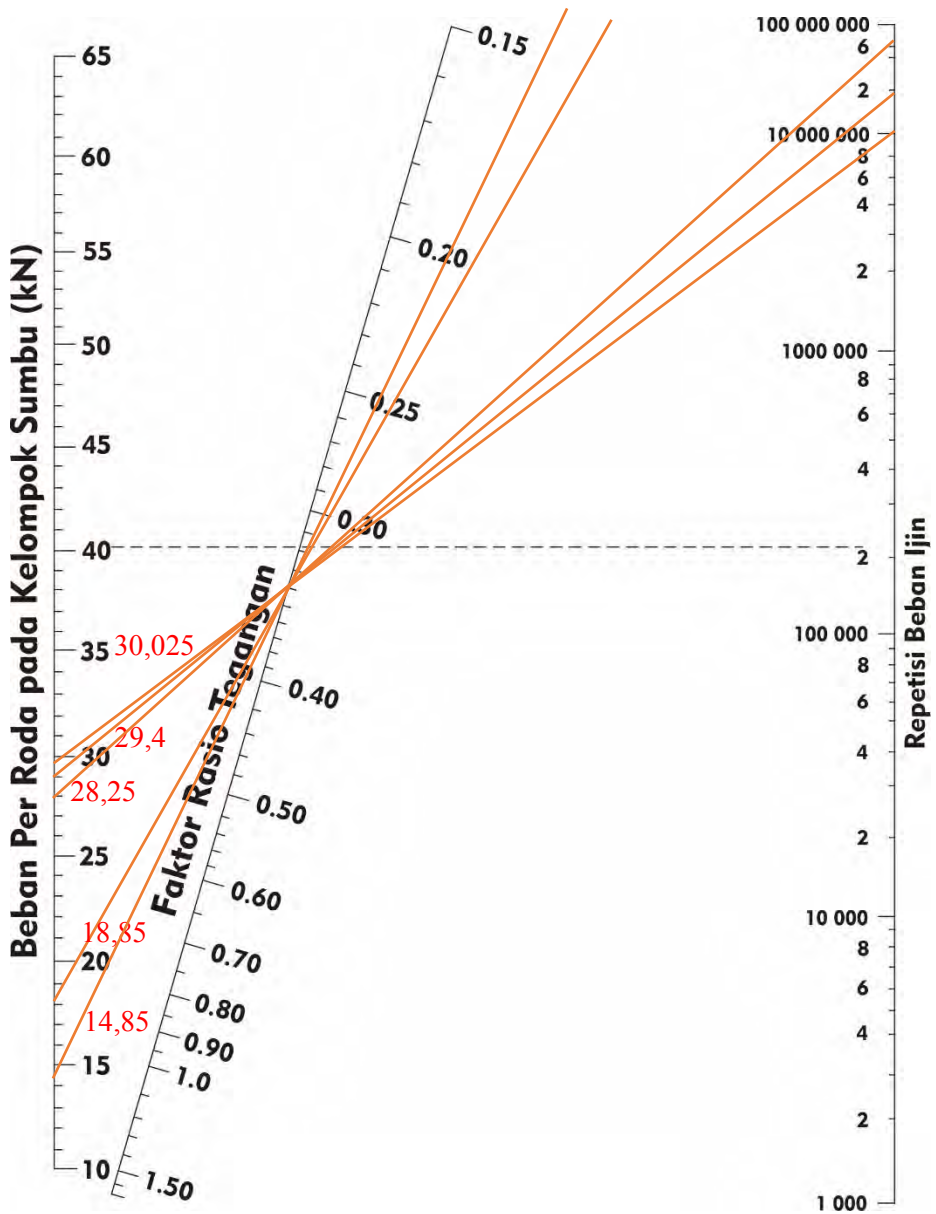
Gambar 5.4 Grafik Analisa Erosi STRT t = 20 cm



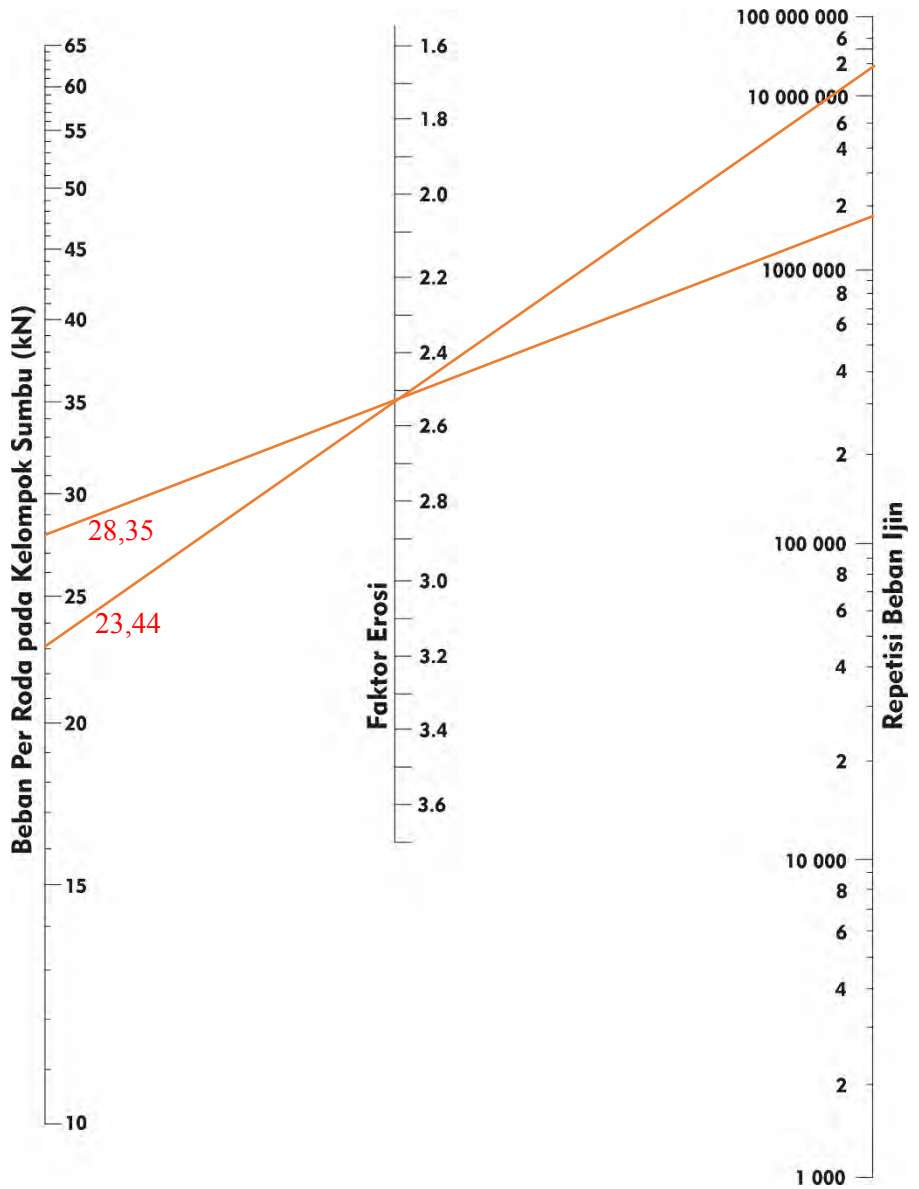
Gambar 5.5 Grafik Analisa Fatik STRT $t = 20$ cm



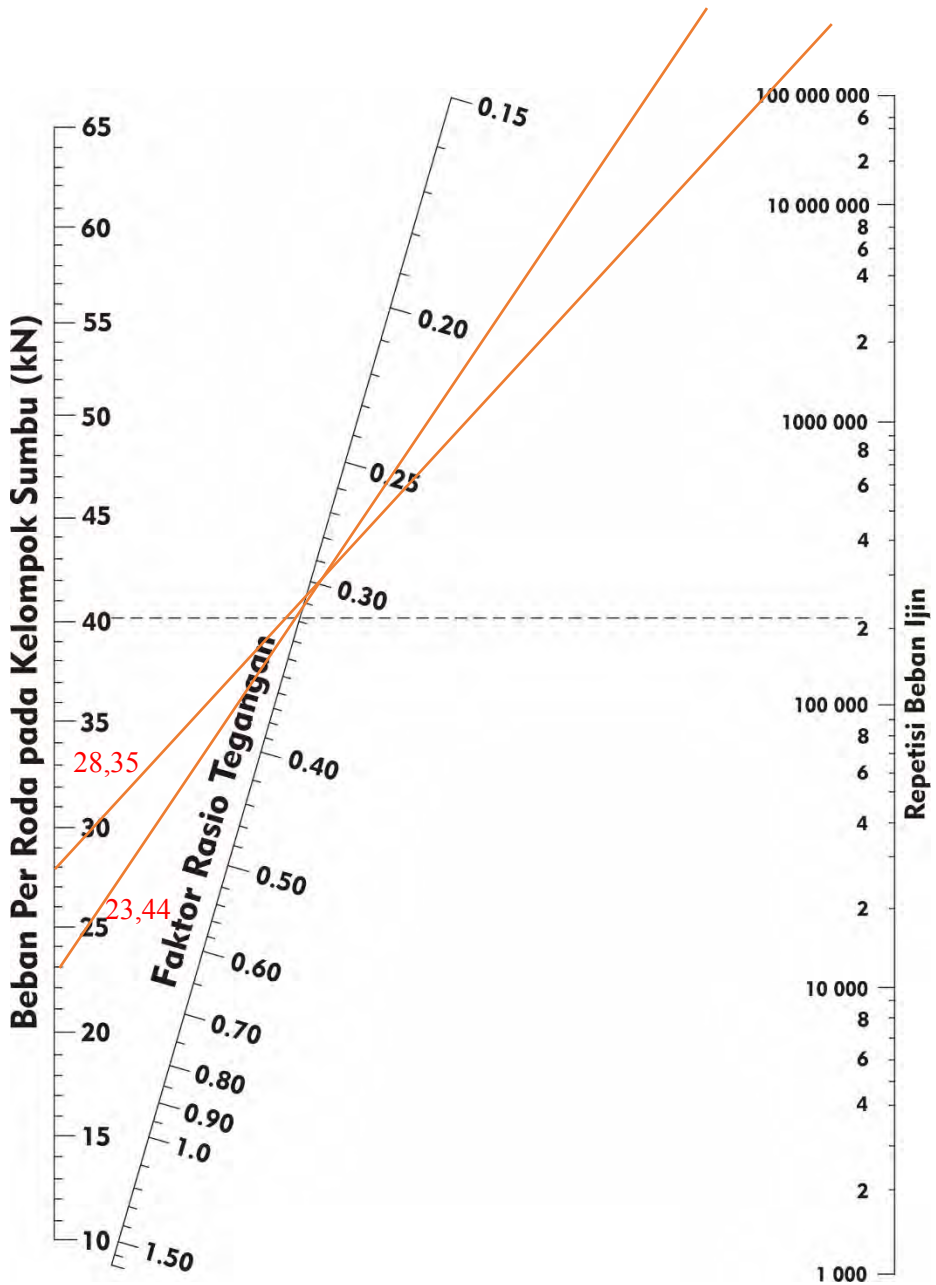
Gambar 5.6 Grafik Analisa Erosi STRG t = 20 cm



Gambar 5.7 Grafik Analisa Fatik STRG $t = 20$ cm



Gambar 5.8 Grafik Analisa Erosi STdRG t = 20 cm



Gambar 5.9 Grafik Analisa Fatik STdRG t = 20 c m

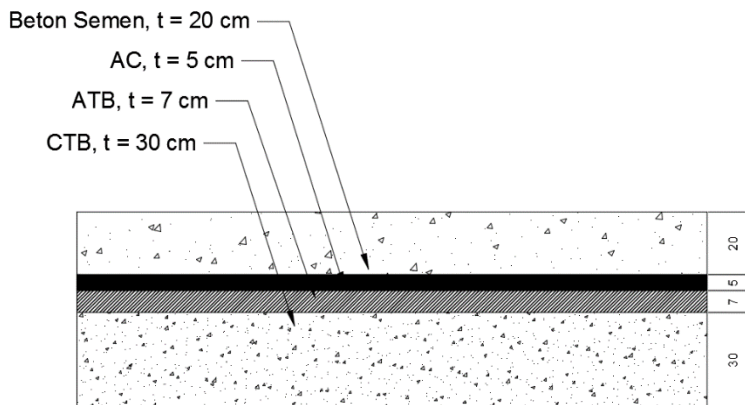
Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu (1)	Beban Sumbu		Beban Renc. Per Roda (4)	Repetisi yang Terjadi (5)	Faktor Tegangan dan Erosi (6)	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	Ton (2)	kN (3)				Repetisi Ijin (7)	Persen Rusak (8)	Repetisi Ijin (9)	Persen Rusak (10)
STRT	7,56	75,60	34,40	1914408,56	TE = 0.91	TT	0	TT	0
	6,25	62,50	28,44	5541709,00	FRT = 0.214	TT	0	TT	0
	6,19	61,90	28,16	20932546,25	FE = 1.8	TT	0	TT	0
	5,48	54,80	24,93	4257040,09		TT	0	TT	0
	5,02	50,20	22,84	5113486,03		TT	0	TT	0
	3,06	30,60	13,92	2191494,01		TT	0	TT	0
	2,82	28,20	12,83	4257040,09		TT	0	TT	0
STRG	12,01	120,10	58,85	21007631,81	TE = 1.47	11000000	1,90978471	3000000	7,002543936
	11,76	117,60	57,62	1921275,59	FRT = 0.346	20000000	9,606377962	4000000	0,480318898
	11,30	113,00	55,37	5131828,23	FE = 2.4	100000000	5,131828227	6000000	0,855304705
	7,54	75,40	36,95	5131828,23		TT	0	TT	0
	7,54	75,40	36,95	5131828,23		TT	0	TT	0
	5,94	59,40	29,11	2199354,95		TT	0	TT	0
STdRG	22,68	226,80	72,01	5476182,03	TE = 1.27	TT	0	2000000	2,738091016
	18,75	187,50	59,53	1891771,97	FRT = 0.299	TT	0	20000000	0,094588599
					FE = 2.52				
Total						16,6479909		11,17084715	
						<100%		<100%	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Kesimpulan :

Dari tabel perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai persen rusak dari analisa fatik sebesar 1,39 % dan nilai persen rusak dari analisa erosi sebesar 7,60 %. Nilai tersebut sudah memenuhi syarat karena $< 100\%$, maka dalam tugas akhir ini kami merencanakan menggunakan tebal perkerasan 20 cm.



Gambar 5.10 Sketsa Perkerasan Kaku

Penjelasan tabel taksiran perkerasan diatas :

- Kolom (1) : Jenis sumbu kendaraan
- Kolom (2) (3) : sumbu kendaraan yang telah dikelompokkan berdasarkan jenis sumbu kendaraan (STRT,STRG,STdRG) dalam Ton dan Kn
- Kolom (4) : Beban rencana tiap roda

Cara perhitungan :
$$\frac{\text{beban sumbu (kn)} \times F_{kb}}{\text{jumlah sumbu}}$$

$$: \frac{75,6 \times 1}{2}$$

$$: 37,8 \text{ kn}$$

- Kolom (5) : Repetisi sumbu masing-masing kendaraan
- Kolom (6) : Faktor tegangan ekivalen dan tegangan erosi, Fe dan Te di kolom diambil langsung dari tabel, dan FRT

$$: \frac{Te}{\text{Kuat tarik lentur beton}}$$

- Kolom (7) : Repetisi ijin ini didapat dengan cara menarik garis pada nomogram yang disediakan (Analisa erosi), beban per roda ditarik pada faktor rasio tegangan dan akhirnya didapat nilai Repetisi ijin (dijelaskan pada gambar)

- Kolom (8) :
$$\frac{\text{repetisi sumbu} \times 100}{\text{repetisi ijin}}$$

Hasil penjumlahan dari kolom (8) atau persen rusak tidak boleh melebihi 100%

- Kolom (9) : faktor erosi ini didapat dengan cara menarik garis pada nomogram yang disediakan (Faktor rasio tegangan), beban per roda ditarik pada faktor rasio tegangan dan akhirnya didapat nilai analisa erosi (dijelaskan pada gambar)

- Kolom (10) :
$$\frac{\text{repetisi sumbu} \times 100}{\text{repetisi ijin}}$$

Hasil penjumlahan dari kolom (10) atau persen rusak tidak boleh melebihi 100%

5.5 Perhitungan Penulangan dan Sambungan

Perhitungan beton bersambung dengan tulangan (BBDT):

- Spesifikasi beton yang ditulangi :
 - Tebal pelat beton = 200 mm
 - Lebar pelat = 3,50 m
 - Panjang plat beton = 20 m
- Material :

Beton K-400

 - Kuat tekan beton (f_c') = 350 kg/cm²
 - Tegangan leleh baja (f_y) = 2400 kg/cm²
 - E_s/E_c (n) = 6
 - Koefisien gesek antara beton dan fondasi bawah (μ) = 1,0
 - f_{cf} = 4,25 Mpa
 - Ambil f_{ct} = $0,5 \times 42,5$
= 21,25 kg/cm²

Baja BJTU-24

- Kuat tarik baja leleh (f_y) = 240 Mpa
- Kuat tarik ijin (f_a) = $0,6 \times 240$ Mpa = 144 Mpa
- Gravitasi = 9,81 m/det²

5.5.1 Perhitungan Penulangan

- Penulangan Memanjang

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 f_s} \\ &= \frac{1,8 \times 20 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2}{2 \times 240} \\ &= 352,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= 0,10\% \times \text{tebal pelat} \times 1000 \\ &= 0,10\% \times 200 \times 1000 \\ &= 200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan :

- Jarak tulangan = 250 mm
- Diameter tulangan = 8 mm

$$\begin{aligned}\text{As yang digunakan} &= \frac{1000}{225} \times 0,25 \times \pi \times d^2 \\ &= 502,654 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Perhitungan diatas memenuhi persyaratan As digunakan > AS min; $502,654 \text{ mm}^2 > 200 \text{ mm}^2$, maka dipasang tulangan D8-250 mm

➤ Penulangan Melintang

$$\begin{aligned}A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2f_s} \\ &= \frac{1,8 \times 7 \times 2400 \times 9,8 \times 0,2}{2 \times 240} \\ &= 123,48 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s \text{ min} &= 0,10\% \times \text{tebal pelat} \times 1000 \\ &= 0,10\% \times 200 \times 1000 \\ &= 200 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan :

- Jarak tulangan = 400 mm
- Diameter tulangan = 8 mm

$$\begin{aligned}\text{As yang digunakan} &= \frac{1000}{450} \times 0,25 \times \pi \times d^2 \\ &= 251,33 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Perhitungan diatas memenuhi persyaratan As digunakan > AS min; $502,654 \text{ mm}^2 > 200 \text{ mm}^2$, maka dipasang tulangan D8-400 mm

5.5.2 Perhitungan Sambungan

Sambungan memanjang menggunakan batang pengikat Tie Bars (construction joint)

Spesifikasi :

Lebar Jalan = 7 m

Lebar Lajur (b) = 3,5 m

Tebal Pelat (h) = 0,2 m

$$At = 204 \times b \times h$$

$$= 204 \times 3,5 \times 0,2$$

$$= 142,8 \text{ mm}^2$$

Direncanakan sambungan menggunakan tulangan diameter 16 mm (minimal) maka luasnya :

$$At = 0,25 \times \pi \times d^2$$

$$= 0,25 \times \pi \times 16^2$$

$$= 200,96 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan sambungan memanjang per meter nya :

$$\frac{At}{A \text{ pakai}} = \frac{142,8}{200,96} = 0,7105 = 1 \text{ buah}$$

Jarak antar sambungan adalah 1000 mm

Jarak maksimal tie bars adalah 750 mm

Panjang batang pengikat :

$$l = (38,3 \times \phi) + 75$$

$$= 687,8 \text{ mm}$$

Sambungan susut melintang (contraction joint) menggunakan dowel

Sambungan susut melintang ini menggunakan ruji polos sepanjang 45 cm dengan jarak antar ruji 30 cm lurus dan bebas dan bebas dari tonjolan tajam yang akan memperngaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri bahan anti lengket.

Tabel 5.23 Hubungan antara Tebal Pelat Beton dengan Diameter Ruji

N0	Tebal plat beton h	Diameter ruji
1	$125 < h < 140$	20
2	$140 < h < 160$	24
3	$160 < h < 190$	28
4	$190 < h < 220$	33
5	$220 < h < 250$	36

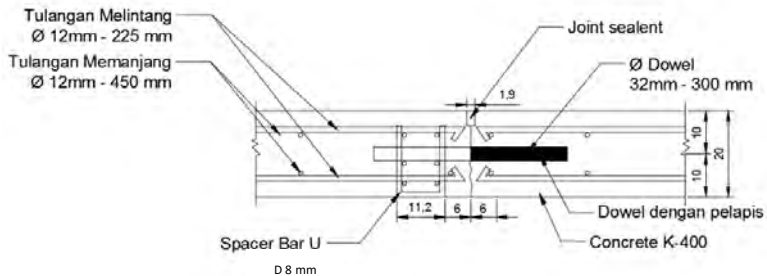
Sumber: SNI Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

Maka dowel dipasang sebagai berikut :

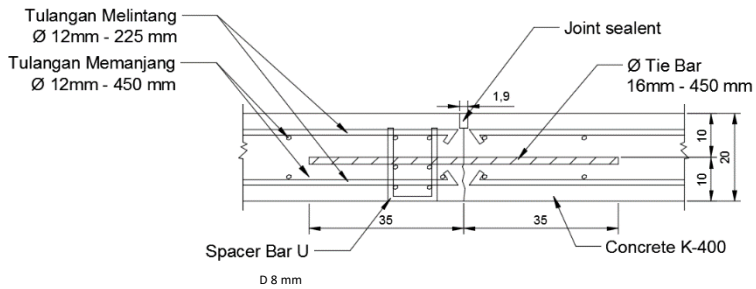
Panjang dowel = 45 cm

Diameter dowel = 32 mm

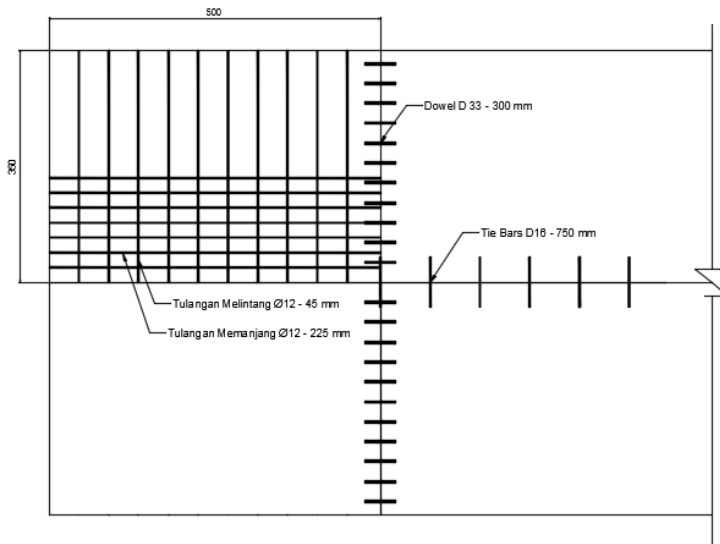
Jarak dowel = 300 mm



**Gambar 5.11 Sambungan Susut Melintang
(Contraction Joint)**



**Gambar 5.12 Sambungan Susut Memanjang
(Construction Joint)**



Gambar 5.13 Denah Penulangan dan Sambungan

5.6 Perencanaan Sistem Drainase

Sistem drainase permukaan adalah bagian jalan yang berkaitan dengan pengendalian air yang ada di permukaan jalan. Secara umum drainase memiliki fungsi yaitu :

- Mengalirkan air hujan/air secepat mungkin keluar dari permukaan jalan dan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping; menuju saluran pembuang akhir.
- Mencegah aliran air yang berasal dari daerah pengaliran disekitar jalan masuk ke daerah perkerasan jalan.
- Mencegah kerusakan lingkungan di sekitar jalan akibat aliran air.

Karena pentingnya fungsi drainase tersebut, maka perencanaan drainase merupakan bagian yang wajib diperhatikan karena tanpa drainase yang baik, konstruksi jalan akan cepat mengalami kerusakan.

Data-data yang diperlukan pada perhitungan perencanaan saluran tepi (drainase) itu sendiri meliputi data perencanaan dimensi saluran tepi dan data curah hujan yang didapatkan dari stasiun di daerah sekitar lokasi jalan yang direncanakan. Perencanaan drainase saluran tepi meliputi perhitungan debit dan dimensi saluran. Perhitungan debit melalui inlet time, flow time, waktu konsentrasi, intensitas hujan, nilai koefisien pengaliran, dan debit aliran. Perhitungan dimensi saluran membahas tentang perhitungan luas penampang, kemiringan saluran, dan kecepatan aliran rata-rata.

Hal-hal yang dibutuhkan dalam perhitungan perencanaan saluran tepi (drainase) adalah analisa curah hujan serta perencanaan desain saluran tepi (drainase) agar dapat menampung debit air yang mengalir.

5.6.1 Pengolahan Data Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) diatas permukaan yang horizontal. Data curah hujan yang digunakan merupakan data sekunder yang didapat dari kantor PU pengairan. Data curah hujan ini sangat diperlukan untuk menghitung tinggi hujan rencana dan digunakan untuk merencanakan saluran tepi. Data curah hujan dari pengamatan didapat curah hujan harian maksimum pertahun mulai dari 2005-2014.

Berikut ini adalah analisa data curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) pada stasiun Babat sesuai dengan tabel berikut :

Tabel 5.24 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Tahun	Hujan Harian Max (X_i)	Deviasi ($X_i - X$) ²	($X_i - X$) ²
2005	93	-4.09	16.74
2006	78	-19.09	364.46
2007	89	-8.09	65.46
2008	92	-5.09	25.92
2009	97	-0.09	0.01
2010	86	-11.09	123.01
2011	94	-3.09	9.55
2012	90	-7.09	50.28
2013	123	25.91	671.28
2014	118	20.91	437.19
2015	108	10.91	119.01
n = 10	1068	$\Sigma = (X_i - X)^2$ 1882,91	
Rata-rata	97,09		

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Perhitungan analisa frekuensi curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I), secara analitis :

(a) Tinggi hujan maksimum rata-rata

$$\begin{aligned} X' &= \frac{\sum Xi}{n} \\ &= \frac{1068}{10} \\ &= 97,09 \text{ mm} \end{aligned}$$

(b) Standar Deviasi

$$\begin{aligned} Sx &= \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{1882,91}{10}} \\ &= 13,72 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode T tahun dengan periode ulang (T) untuk selokan samping ditentukan 10 tahun yaitu mencari Xt terlebih dahulu :

- Menentukan Yn, Yt, dan Sn terlebih dahulu

Tabel 5.25 Yn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,532
30	0,5352	0,5371	0,538	0,5388	0,5402	0,5402	0,541
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

Sumber : SNI 03-3424-1994

Tabel 5.26 Sn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,148	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,169	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,198
90	0,2007	1,202	1,202	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

Sumber : SNI 03-3424-1994

Tabel 5.27 Yt

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : SNI 03-3424-1994

- Mencari nilai X_t
Dengan :

$$Y_t = 2,2502$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$\begin{aligned} X_t &= X' + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \\ &= 97,09 + \frac{13,72}{0,9496} (1,4999 - 0,4952) \\ &= 122,446 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

S_x = Standar deviasi

X_t = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm/jam)

X' = Rata-rata tinggi hujan maksimum

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_n = Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan

S_n = Standar deviasi yang merupakan fungsi n

- Menentukan nilai I
Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka I didapatkan dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned} I &= \frac{90\% \times X_t}{4} \\ &= \frac{90\% \times 122,446}{4} \\ &= 27,55 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

5.6.2 Penentuan Dimensi Drainase

perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) pada
STA 5+450 – 5+750

a kondisi eksisting

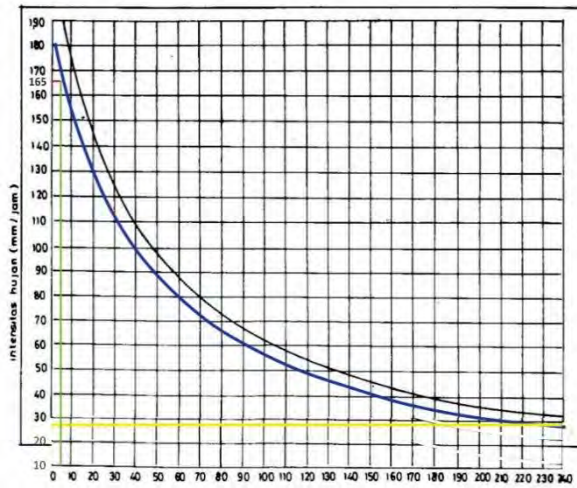
- Lo perkerasan sisi kanan = 3,50 m
- Lo perkerasan sisi kiri = 3,50 m
- Lo bahu jalan = 2,00 m
- Lo daerah pinggir kota = 100 m
- S perkerasan sisi kanan = 2%
- S perkerasan sisi kiri = 2%
- S daerah pinggir kota = 6%
- Panjang saluran = 450 m

b Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

- Menentukan inlet time t₁ dengan menggunakan pers. Berikut :

$$\begin{aligned}t \text{ perkerasan kanan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}}\right)^{0,167} \\&= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}}\right)^{0,167} \\&= 0,14 \text{ menit} \\t \text{ perkerasan kiri} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}}\right)^{0,167} \\&= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}}\right)^{0,167} \\&= 0,14 \text{ menit} \\t \text{ bahu jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}}\right)^{0,167} \\&= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,04}}\right)^{0,167} \\&= 2,77 \text{ menit} \\t \text{ daerah pinggir kota} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}}\right)^{0,167} \\&= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,2}{0,245}\right)^{0,167} \\&= 2,38 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T1 &= 0,14 + 0,14 + 2,77 + 2,38 \\
 &= 5,43 \text{ menit} \\
 T2 &= 0 \\
 Tc &= t1 + t2 \\
 &= 5,43 \text{ menit}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.14 Kurva Basis untuk Menentukan nilai I

Kemudian waktu konsentrasi $t_c = 5,43$ menit dimasukkan dalam kurva basis dan ditarik vertikal keatas dan didapatkan $I = 165$ mm.

c Menentukan Luas daerah pengaliran dan koefisien pengaliran

- Luas Daerah Pengaliran
Perkerasan kanan ($A1$) = $3,5 \text{ m} \times 450 \text{ m} = 1575 \text{ m}^2$

$$\text{Perkerasan kiri (A2)} = 3,5 \text{ m} \times 450 \text{ m} = 1575 \text{ m}^2$$

$$\text{Bahu Jalan (A3)} = 2 \text{ m} \times 450 \text{ m} = 900 \text{ m}^2$$

$$\text{Daerah pinggir kota (A4)} = 100 \text{ m} \times 450 \text{ m} = 45000 \text{ m}^2$$

$$\text{A total} = 1575 + 900 + 45000 = 47475 \text{ m}^2$$

- Menentukan besarnya koefisien pengaliran

Perkerasan Jalan	$C1 = 0,70$
Perkerasan Jalan	$C2 = 0,70$
Bahu Jalan	$C3 = 0,70$
Persawahan	$C4 = 0,45$
- Perhitungan nilai C

$$C = \frac{C1 \cdot A1 + C2 \cdot A2 + C3 \cdot A3 + C4 \cdot A4}{A_{total}}$$

$$C = \frac{0,75 \cdot 350 + 0,75 \cdot 600 + 0,4 \cdot 30000}{47475}$$

$$C = 0,46$$

d Menentukan debit aliran (Q)

$$A = 0,047 \text{ km}^2$$

$$C = 0,46$$

$$I = 165 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,46 \times 190 \times 0,047$$

$$Q = 0,99 \text{ m}^3/\text{detik}$$

e Perencanaan dimensi saluran

- Perencanaan penampang basah dengan tinjauan paling ekonomis (Fe)
Direncanakan penampang berbentuk persegi, mempunyai syarat sbb :

$$B = 2h$$

Perhitungan luasan basah untuk drainase bentuk persegi sbb :

$$A = B \times h$$

$$A = 2h \times h$$

$$A = 2h^2$$

- Perencanaan dimensi penampang basah dengan tinjauan kecepatan aliran

$$Fd = \frac{Q}{v}$$

$$Fd = \frac{0,99}{1,5}$$

$$Fd = 0,66$$

- Merencanakan dimensi saluran dengan persamaan

$$Fd = Fe$$

$$Fd = Fe$$

$$0,80 = 2h^2$$

$$h = \sqrt{\frac{0,66}{2}}$$

$$h = 0,57 \text{ m} \sim 0,6 \text{ m}$$

$$B = 2h$$

$$B = 2 \times 0,6 \text{ m}$$

$$B = 1,2 \text{ m}$$

Maka direncanakan dimensi saluran drainase menggunakan $B = 1,4 \text{ m}$ dan $h = 0,6 \text{ m}$

Dengan tinggi jagaan :

$$W = \sqrt{0,5 \times h}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times 0,6}$$

$$W = 0,55 \text{ m}$$

- Mencari jari-jari hidrolis saluran

$$R = \frac{h}{2}$$

$$R = \frac{0,6}{2}$$

$$R = 0,30 \text{ m}$$

- Mencari kemiringan ijin drainase

$$I = \left(\frac{v \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \times 100\%$$

$$I = \left(\frac{1,5 \times 0,016}{0,35^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \times 100\%$$

$$I = 0,001 = 0,1\%$$

- Menghitung kemiringan rencana

$$\text{STA } 5+450 = 50,807$$

$$\text{STA } 5+750 = 49,847$$

$$I = \frac{t1 - t2}{L} \times 100\%$$

$$I = \frac{50,807 - 49,847}{300} \times 100\%$$

$$I = 0,4\%$$

Kemiringan ijin lebih besar dari rencana, maka tidak membutuhkan bangunan pematah arus

- Kontrol dimensi saluran bentuk persegi

$$A = 2h^2$$

$$A = 2 \times 0,6^2$$

$$A = 0,72 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{saluran}} = A \times v$$

$$Q_{\text{saluran}} = 0,72 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{saluran}} = 1,08 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{saluran}} > Q_{\text{total}}$$

$$1,08 \text{ m}^3/\text{detik} > 0,99 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 5.28 Rekapitulasi Perhitungan Saluran Drainase

No	STA drainase	b	d	w	d+w	I _{ijin}	I _{eksisting}	I kontrol	Q total	Q sal	Q kontrol
1	5+000 - 5+450	1.2	0.6	0.6	1.2	0.1	0.4	NOT OK	1.16	1.47	OK
2	6+350 - 6+500	0.8	0.4	0.4	0.8	0.3	0.1	OK	0.38	0.48	OK
3	7+650 - 8+050	1.2	0.6	0.6	1.1	0.09	0.074	OK	1.02	1.08	OK
4	8+100 - 8+200	0.8	0.4	0.4	0.8	0.6	0.5	OK	0.26	0.48	OK
5	8+250 - 9+000	1.6	0.9	0.7	1.5	0.1	0.2	NOT OK	1.91	2.43	OK

Sumber : Hasil Pengolahan Data

BAB VI

METODE PELAKSANAAN

6.1 Metode Pelaksanaan Peningkatan Ruas Jalan Babat – Bts.Kab Jombang STA 5+400 – 9+400 dengan Menggunakan Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah suatu susunan konstruksi perkerasan dimana sebagai lapisan atas digunakan peFFlat beton (*lean concrete*) yang terletak diatas tanah dasar (*subgrade*) atau diatas pondasi, atau diatas tanah dasar pondasi. Pada awalnya perkerasan kaku hanya diletakkan langsung di atas tanah tanpa adanya pertimbangan terhadap jenis tanah dasar dan drainasenya. Seiring dengan perkembangan zaman, beban lalu lintas pun bertambah, pada akhirnya para *engineer* menyadari bahwa betapa pentingnya pengaruh jenis tanah dasar terhadap pengerjaan perkerasan terhadap terjadinya *pumping* pada perkerasan. *Pumping* merupakan proses pengocokan butiran-butiran *subgrade* atau *subbase* pada daerah-daerah sambungan (basah ataupun kering) akibat gerakan vertikal pelat karena beban lalu lintas yang mengakibatkan turunnya daya dukung lapisan bawah tersebut.

6.1.1 Urutan Pekerjaan Peningkatan Ruas Jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400 dengan Menggunakan Perkerasan Kaku

6.1.1.1 Pekerjaan Persiapan

a. Pembuatan Direksi keet (Kantor lapangan)

Pembuatan direksi keet ini ditujukan untuk mempermudah pengawasan pekerjaan dan juga untuk mempermudah pekerjaan yang bersifat administratif selama proyek berlangsung.

b. Mobilisasi Peralatan

Seluruh peralatan yang akan digunakan dalam pelaksanaan proyek ini didatangkan dan ditempatkan disekitar lokasi proyek. Adapun alat-alat yang karna digunakan selama pelaksanaan proyek peningkatan ruas jalan ini adalah :

1. Dump Truck
2. Excavator
3. Truck Mixer
4. Fixed form Concrette Paver
5. Stampper
6. Water Tank Truck

6.1.1.2 Metode Pelaksaaan Pekerjaan Drainase

Setelah ditinjau ulang perhitungan drainase ternyata dalam perencanaan menggunakan bentuk dan dimensi drainase yang berbeda dengan kondisi eksisting. Pada kondisi eksisting sebagian besar drainase yang ada menggunakan bentuk trapesium dan hanya berupa galian tanah. Pada perencanaan yang baru ini dipasang bentuk drainase persegi dengan dimensi bervariasi dan semuanya adalah pasangan batu kali.

Berikut ini adalah serangkaian metode pelaksanaan pekerjaan drainase:

a) Pembersihan Drainase

1. Membersihkan tumbuh-tumbuhan dan benda – benda dari saluran tepi jalan yang ada, sehingga tidak mempengaruhi aliran air yang melewati drainase tersebut.
2. Mengecek kembali apakah terdapat penghalang/sumbatan pada drainase dan gorong – gorong yang ada, apabila terjadi

penyumbatan maka dilakukan upaya pembersihan berupa menggali beberapa saluran yang tertutup lumpur atau kotoran. Beberapa drainase eksisting tertutup oleh lumpur sehingga mengurangi kinerja nya

b) Pekerjaan Galian dan Timbunan

1. Membongkar drainase eksisting yang ada dikarenakan dimensi saluran eksisting tidak sesuai dengan dimensi perencanaan yang baru.
2. Melakukan galian sesuai dengan dimensi saluran drainase baru.
3. Melakukan timbunan pada dasar drainase sesuai dengan gambar rencana, hal ini diperlukan karena menyesuaikan dengan tinggi overlay perkerasan kaku.
4. Memasang rambu **“Hati-Hati Ada Pekerjaan Galian/Timbunan”** pada saat melaksanakan pekerjaan galian/timbunan untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau hal-hal yang tidak diinginkan.
5. Pekerjaan galian dilakukan dengan pekerja secara manual.
6. Tanah hasil galian diangkut keluar lokasi pekerjaan dengan menggunakan *Dump Truck*.

c) Pekerjaan Saluran Drainase Beton Pracetak (U-Ditch)

Metode Kerja Pelaksanaan Saluran Drainase Beton Pracetak u-ditch. Saluran Drainase pracetak berlubang didefinisikan

sebagai saluran air hujan yang dibuat dari bahan beton bertulang dengan pelubangan sesuai desain dan kriteria yang telah ditetapkan, dibuat dengan cara proses sistem pracetak. Saluran drainase ini berfungsi untuk mengalirkan dan atau meresapkan air hujan dari suatu tempat ke tempat lain.

- Pengukuran
Pengukuran ini meliputi pengukuran panjang pekerjaan dan elevasi. Elevasi yang tertera pada shop drawing diterapkan di lapangan dengan memasang patok-patok dan bouwplank untuk menyimpan elevasi.
- Tahapan Galian Tanah
Setelah melakukan pengukuran dan memasang patok dan titik elevasi. Sekarang lakukan penggalian tanah dengan menggunakan alat berat backhoe. Kita juga harus mengontrol galian tanah tersebut sesuai dengan elevasi patok yang sudah kita tandai. Dalam target kurang lebih 1 hari pekerjaan galian tersebut selesai
- Pembuangan tanah bekas galian
Selama pekerjaan galian tanah ini berlangsung, kita juga harus mempersiapkan dump truck untuk membuang tanah bekas galian. Tanah bekas yang dibuang harus sudah direncanakan dibuang pada tempat luar area proyek. Tapi kita juga harus menyiapkan sebagian tanah bekas

tersebut untuk melakukan pengurugan tanah kembali. Dengan demikian area saluran drainase proyek tersebut ketika sudah selesai akan terlihat bersih.

- **Urug Sirtu**

Tahapan setelah galian mencapai panjang sesuai perencanaan. 1 hari sebelum pengurugan, sirtu harus siap di sisi galian. Untuk segmen selanjutnya sirtu didatangkan bertahap berdasarkan kebutuhan setiap segmen galian. Pengurugan menggunakan excavator dengan bantuan tenaga manusia untuk meratakannya.

- **Lantai Kerja**

Pada umumnya ketebalan untuk lantai kerja biasanya 10 cm dengan menggunakan pasir. Fungsi dari lantai kerja disini adalah untuk mengontrol elevasi pada permukaan saluran drainase yang akan dipasang. Sehingga disaat beton pracetak diturunkan elevasi sudah bisa diaplikasikan dengan baik.

- **Pemasangan Beton Pracetak U-Ditch**

- Beton Pracetak U-Ditch yang sudah berumur lebih dari 7 hari dari fabrikasi dikirim ke lokasi dan di stok di lokasi dekat pemasangan.
- Pemindahan Beton Pracetak U-Ditch dari stock yard ke tempat pemasangan menggunakan forklift dengan kapasitas sesuai berat material. Biasanya kapasitas

forklift yang harus disediakan adalah 2 x berat material.

- Pemasangan Beton Pracetak U-Ditch menggunakan excavator atau crane tergantung pada berat material yang diangkat. Biasanya kapasitas crane atau excavator = 5 x berat material yang diangkat. Pemasangan dilakukan setelah cor lantai kerja berumur minimal 1 hari. Target pemasangan setiap hari rata-rata 6 unit.
- Di atas Beton Pracetak U-Ditch sebaiknya dipasang caping beam dari beton cor di tempat, berfungsi untuk menjaga posisi beton pracetak u-ditch agar tidak bergeser ke kiri atau ke kanan oleh desakan tanah setelah pengurugan kembali.
- Pengelasan plat penyambung antar Beton Pracetak U-Ditch
- Pekerjaan nat
- Spasi antar BETON PRACETAK U-DITCH ditutup dengan campuran semen.

6.1.1.3 Pekerjaan Perkerasan Kaku

- a) Pengukuran elevasi menggunakan theodolite
 - Menentukan elevasi kemiringan jalan yang akan dilakukan rigid pavement (perkerasan kaku).
- b) Pengaturan lalu lintas dan pemasangan rambu
 - Memasang rambu lalu lintas di lokasi proyek, rambu yang digunakan :

1. Rambu peringatan adanya pekerjaan proyek pembangunan jalan
2. Rambu kecepatan maksimum
3. Rambu Hati – Hati
4. Rambu penunjuk arah lalu lintas

c) Pekerjaan Tulangan

Adapun tahapan pelaksanaan pekerjaan ini adalah sebagai berikut:

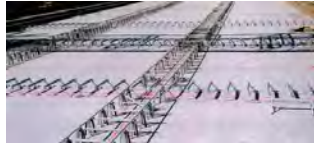
1. Membersihkan tulangan sesaat sebelum pemasangan untuk menghilangkan kotoran, lumpur, oli, cat, karat dan kerak, percikan adukan atau lapisan lain yang dapat mengurangi atau merusak pelekatan dengan beton.
2. Menempatkan tulangan akurat sesuai dengan gambar dan dengan kebutuhan selimut beton minimum yang disyaratkan.
3. Mengikat batang tulangan kencang dengan menggunakan kawat pengikat sehingga tidak tergeser pada saat pengecoran.



Gambar 6. 10 Proses Pemasangan

Sumber:

<https://ririztheone.wordpress.com/2013/10/09/dowel-bars-dan-tie-bars/>



Gambar 6. 11 Persiapan Lahan beserta Pemasangan dowel dan tie bars

Sumber: <https://ririztheone.wordpress.com/2013/10/09/dowel-bars-dan-tie-bars/>

d) Pekerjaan Rigid Pavement

1. Persiapan lahan rigid yang meliputi : persiapan instalasi secara manual sambungan dan tulangan sesuai dengan panjang area yang akan di-rigid (dalam hal ini per 100 m akan dilakukan pekerjaan rigid pavement).

Spesifikasi sambungan yang digunakan :

- Dowel
Diameter tulangan = 33 mm
Panjang tulangan = 450 mm
Jarak = 300 mm
- Tie bar
Diameter tulangan = 16 mm
Panjang tulangan = 687,8 mm
Jarak = 750 mm

Spesifikasi tulangan yang digunakan :

- Tulangan memanjang
Diameter tulangan = 8 mm
Jarak = 250 mm
- Tulangan melintang
Diameter tulangan = 8 mm
Jarak = 400 mm

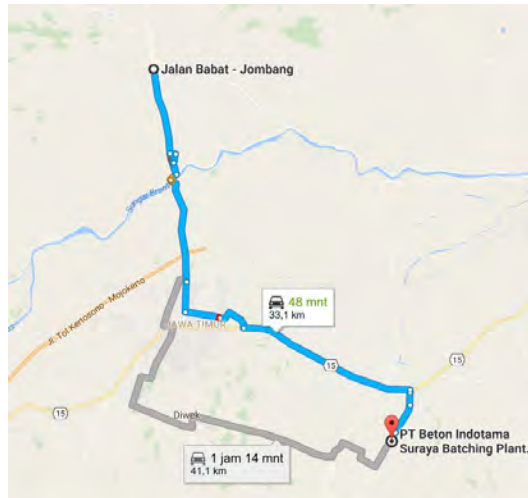
2. Penyiapan alat *fixedform concrete finisher* yang akan digunakan untuk meratakan permukaan beton. Berikut ini adalah contoh gambar alat *fixed form concrete paver*



Gambar 6. 12 Alat Fixedform Concrete Paver

Sumber: http://www.apolloinfratech.com/fixed_form_concrete_paver.html

3. Pengukuran dan pengecekan elevasi rigid serta pemasangan slink pada tepi area yang akan dilaksanakan pekerjaan rigid.
4. Melakukan pemasangan decking.
5. Pendatangan Truck Mixer dari tempat readymix setempat dengan keadaan drymix (campuran kering) mengingat jarak lokasi proyek dari tempat batching plants cukup jauh agar adonan beton tidak mengeras sebelum sampai ke lokasi proyek. Berikut adalah gambar lokasi batching plant ke lokasi proyek



Gambar 6. 13 Peta Lokasi Batching Plant

Sumber: Dokumentasi Penulis

6. Sebelum dihampar, beton readymix tersebut diambil beberapa sampel untuk dilakukan serangkaian uji tes apakah beton tersebut sudah sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Adapun beberapa uji tes beton adalah uji kuat tekan, uji slump, uji kuat lentur, tes kubus. Berikut ini adalah beberapa contoh pengambilan benda uji sebelum dilakukannya serangkaian tes.



Gambar 6. 14 Benda Uji untuk Tes Slump dan Uji Kuat Tarik Lentur



Gambar 6. 14 Benda Uji untuk Uji Kuat Tekan
Sumber: CV. GAYO MEDIA PRATAMA

Berikut adalah syarat beton yang harus dipenuhi untuk mutu beton K-400 :

Tabel 6. 1 Nilai Uji Slump untuk Pekerjaan Beton

Uraian	Slump
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	5,0 – 12,5
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi bawah tanah	2,5 – 9,0
Pelat, balok, kolom dan dinding	7,5 – 15,0
Perkerasan jalan	5,0 – 7,5
Pembetonan masal	2,5 – 7,5

Sumber : SNI Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan Pd. T-05-2004-B

Tabel 6. 2 Nilai Kuat Tekan Minimum Beton

Jenis beton	Mutu Beton		Kuat Tekan Minimum (MPa) Benda Uji Silinder $\phi 15 - 30$ cm	
	F_c' (MPa)	σ_{bk} (Kg/cm ²)	7 hari	28 hari
Mutu Tinggi	50	K600	32,5	50,0
	45	K500	26,0	40,0
	35	K400	24,0	33,0
Mutu Sedang	30	K350	21,0	29,0
	25	K300	18,0	25,0
	20	K250	15,0	21,0
Mutu rendah	15	K175	9,5	14,5
	10	K125	7,0	10,5

Catatan : percepatan gravitasi (g) yang diambil sebesar 10 m/det²

Sumber : SNI Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan Pd.
T-05-2004-B

7. Penghamparan beton readymix dari Truck Mixer ke area yang telah disiapkan lalu diratakan oleh para pekerja.



Gambar 6. 15 Proses Penghamparan Beton
Sumber: CV. GAYO MEDIA PRATAMA

8. Setelah beton readymix dihamparkan lalu dipadatkan dengan menggunakan vibrator oleh para pekerja, kemudian diratakan dengan menggunakan alat fixedform concrete finisher oleh para pekerja.berikut adalah ilustrasi

bagaimana proses pemerataan perkerasan beton menggunakan fixedform concrete paver.

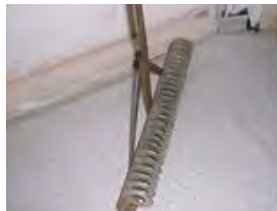


**Gambar 6. 16 Penghambaran Beton dengan
Fixedform Concrete Paver Manual**

Sumber : <http://kampus-sipil.blogspot.co.id/2013/03/metode-pelaksanaanpekerjaan-beton.html>

9. Finishing Rigid Pavement

- Grooving/ Brushing Tekstur Permukaan, agar permukaan jalan tidak licin.



Gambar 6. 17 Alat



Gambar 6. 18 Proses

Sumber: CV. GAYO MEDIA PRATAMA

- Melaksanakan Cutting Beton sebelum retak awal muncul pada permukaan jalan yaitu pada sekitar jam ke 4 s/d ke 24 dan disarankan pada jam ke 18.



Gambar 6. 19 Proses Cutting

Sumber: CV. GAYO MEDIA PRATAMA

- Melaksanakan pekerjaan curing beton dengan menggunakan *water tank*. Setelah proses curing permukaan beton ditutup dengan menggunakan *plastic sheet/terpal* untuk menjaga kadar air dalam beton agar tetap terjaga.



Gambar 6. 20 Proses Curing

Sumber: <http://docplayer.info/106913-Teknis-pelaksanaan-jalan-beton-semen-oleh-ir-nurcahyo-b-santoso.html/>



Gambar 6. 21 Pemasangan Plastic
Sumber: CV. GAYO MEDIA PRATAMA

- Bagian atas sambungan muai dan sambungan yang digergaji harus ditutup dengan bahan penutup yang memenuhi persyaratan spesifikasi sebelum lalu lintas diijinkan melewati perkerasan.



Gambar 6. 22 Pengisian Joint
Sumber: <http://aspalbinder.blogspot.co.id/>

- Membongkar bekisting acuan 8 jam setelah penghamparan beton.

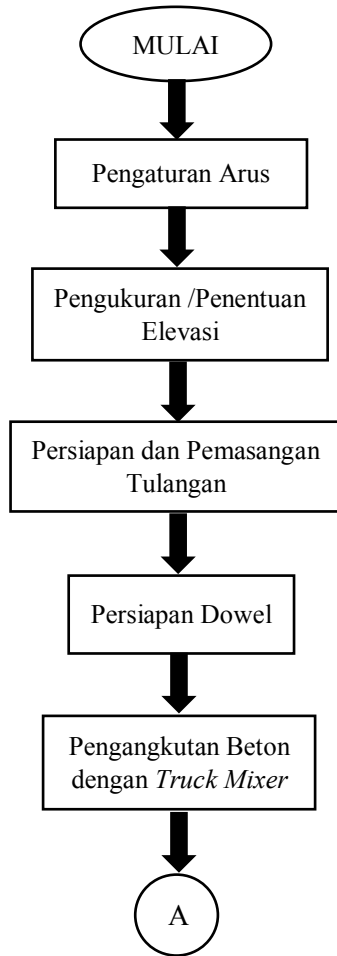
- Pembukaan lalu lintas dapat dilakukan ketika kuat tekan minimum sesuai tabel berikut:

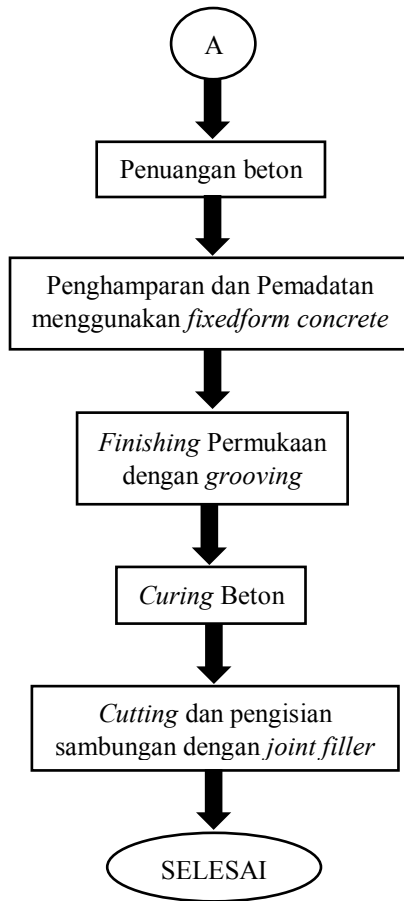
Tabel 6.3 Kuat Tekan Untuk Pembukaan Lalu-Lintas Umum

Tebal pelat (cm)	Kuat tekan untuk pembukaan lalu lintas umum (f_c) MPa (kg/cm ²)	
	Hanya kendaraan penumpang	Lalu-lintas campuran *
12,5	17,9 (179)	27,6 (276)
> 12,5		17,9 (179)

Sumber : SNI Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan Pd.
T-05-2004-B

10. Selanjutnya para pekerja dengan menggunakan alat fixedform concrete finisher akan bergerak terus hingga akhir pelaksanaan rigid yang telah ditentukan.
Berikut adalah *flow Chart* pekerjaan perkerasan kaku :



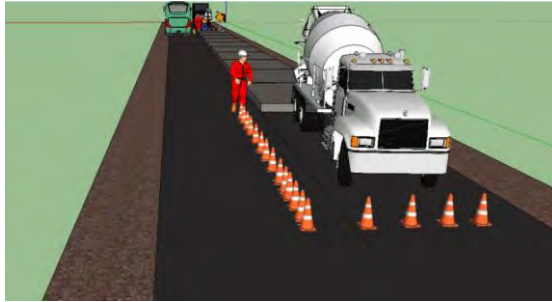


Gambar 6. 23 Flow Chart Pekerjaan Perkerasan Beton

6.1.2 Skema Pengaturan Lalu Lintas

Pada saat perencanaan peningkatan jalan kabupaten pacitan ponorogo sedang dilaksanakan maka dapat dipastikan banyak sekali kegiatan konstruksi di lapangan yang mengganggu ruas jalan. Ruas jalan jalan yang terganggu oleh kegiatan konstruksi di lapangan tersebut tentu berakibat pada kenyamanan pengguna jalan. Pengguna jalan berkurang kenyamananya karena tidak dapat menggunakan ruas jalan secara maksimal, oleh karena itu dibuat suatu pengaturan lalu lintas agar lalu lintas pada jalan yang sedang di rehabilitasi tidak lumpuh. Pengaturan lalu lintas tersebut seperti :

- Kegiatan konstruksi jalan terfokus pada satu jalur terlebih dahulu dalam hal ini disimulasikan pada jalan arah
- Agar lalu lintas tidak banyak terganggu pekerjaan konstruksi dilakukan sepanjang 300 meter dengan jeda sepanjang 500 meter pada satu lajur tersebut
- Setelah konstruksi pertama pada 300 meter selesai maka dilanjutkan dengan menutup celah sepanjang 500 meter tersebut
- Setelah satu lajur selesai maka dilanjutkan dengan lajur berikutnya dengan cara yang sama persis



Gambar 6.24 Skema Pengaturan Lalu-Lintas dari arah Babat – Kab. Jombang



Gambar 6.25 Skema Pengaturan Lalu-Lintas dari arah Kab. Jombang - Babat

BAB VII

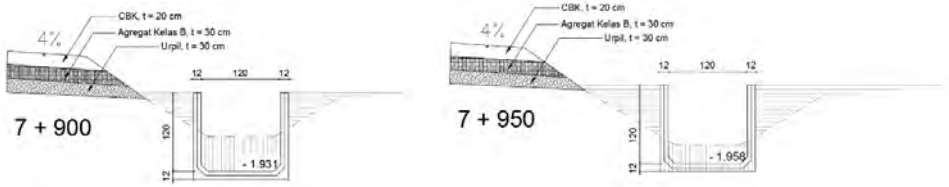
RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1 Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan Tanah

- Galian tanah (m^3)

Galian tanah disini adalah pekerjaan yang dilakukan untuk menggali tanah sebagai tempat penempatan beton precast saluran drainase. Berikut ini adalah tabel rekapitulasi perhitungan volume galian tanah.



Gambar 7.1 Pekerjaan Galian

Tabel 7.1 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Galian Tanah

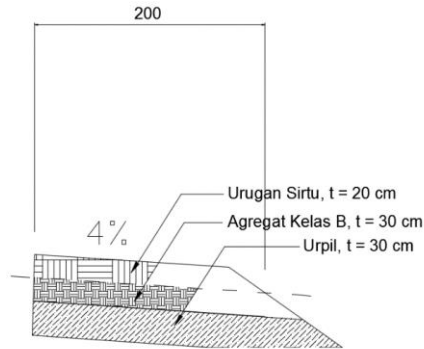
STA	Galian (m^2)	Jarak	Volume (m^3)
5+400	2.234	50	36.71949
5+450	0.000	50	9.1327775
6+350	0.341	50	8.5706575
6+400	0.890	50	15.4730275
6+450	0.770	50	16.3599875
6+500	0.369	50	12.576605
7+650	1.222	50	10.69802
7+700	1.156	50	15.191585

7+750	1.608	50	10.9149625
7+800	1.431	50	8.5599675
7+850	1.413	50	8.21036
7+900	1.259	50	19.70032
7+950	0.931	50	20.0007925
8+000	1.429	50	12.44351
8+050	0.664	50	38.1249275
8+100	0.000	50	39.8623275
8+150	0.000	50	20.1248075
8+200	0.000	50	19.6268975
8+250	2.015	50	12.1096575
8+300	1.594	50	29.15603
8+350	2.891	50	60.7454025
8+400	2.939	50	92.742745
8+450	4.921	50	137.911315
8+500	6.248	50	168.47025
8+550	7.230	50	90.375075
Total			913.801

2. Pekerjaan Perkerasan Berbutir

- Pengurugan sirtu padat (Bahu Jalan)
 - Lebar bahu : 2,00 m
 - Tebal : 0,20 m
 - Panjang jalan : 4000 m

$$\text{Volume} : 2,00 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 4000 \text{ m} \times 2 = 3200 \text{ m}^3$$



Gambar 7.2 Pekerjaan Urugan

3. Pekerjaan Beton

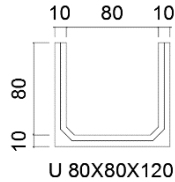
- Beton K-400 (m^3)
 - Lebar Jalan : 7,00 m
 - Tebal Perkerasan : 0,20 m
 - Panjang Jalan : 4000 m

$$\text{Volume} : 7,00 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 4000 \text{ m} = 5600 \text{ m}^3$$

- Penulangan (kg)
 - Tulangan memanjang Ø 8 mm :
 $0,395 \text{ kg/m} \times 224000 \text{ m} = 88480 \text{ kg}$
 - Tulangan melintang Ø 8 mm :
 $0,395 \text{ kg/m} \times 140000 \text{ m} = 55300 \text{ kg}$
 - Dowel D-32 :
 $6,31 \text{ kg/m} \times 2800 \text{ m} = 17668 \text{ kg}$
 - Tie Bar D-16
 $1,58 \text{ kg/m} \times 14933,3 \text{ m} = 23594,6 \text{ kg}$

4. Pekerjaan Drainase

- Pengadaan saluran drainase baru dengan menggunakan precast beton. Berikut adalah perhitungan kebutuhan jumlah precast beton Tipe U 80×80×120

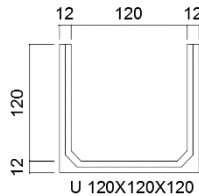


Panjang saluran : 250 meter

Panjang dimensi : 1,2 meter

Kebutuhan item : $\frac{250}{1,2} = 208,33 \sim 208$ buah

Tipe U 120×120×120

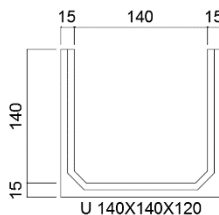


Panjang saluran : 350 meter

Panjang dimensi : 1,2 meter

Kebutuhan item : $\frac{350}{1,2} = 291,67 \sim 292$ buah

Tipe U 140×140×120

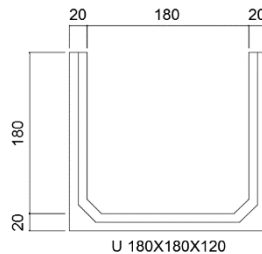


Panjang saluran : 50 meter

Panjang dimensi : 1,2 meter

Kebutuhan item : $\frac{50}{1,2} = 41,67 \sim 42$ buah

Tipe U 180×180×120



Panjang saluran : 750 meter

Panjang dimensi : 1,2 meter

Kebutuhan item : $\frac{750}{1,2} = 625$ buah

5. Pekerjaan Minor

- Marka tengah : asumsi 1 km = 16,2 m²
Total : $3,5 \times 16,2 = 56,7 \text{ m}^2$
- Marka tepi : $0,12 \text{ m} \times 2 = 0,24 \text{ m}$
Total : $0,24 \text{ m} \times 4000 \text{ m} = 960 \text{ m}^2$
Volume : $56,7 + 960 = 1016,7 \text{ m}^2$

7.2 Daftar Harga Satuan

Tabel 7.2 Harga Satuan Pekerja

No	Nama Pekerja	Upah (jam)	Upah (hari)
1	Pembantu Tukang	Rp 6,925	Rp 55,400
2	Tukang	Rp 8,300	Rp 66,400
3	Mandor	Rp 9,670	Rp 77,360
4	Operator	Rp 8,300	Rp 66,400
5	Mekanik	Rp 8,300	Rp 66,400
6	Kepala Tukang	Rp 8,500	Rp 68,000

Tabel 7.3 Harga Satuan Alat Berat

No	Nama Alat	Satuan	Harga Satuan	Total Harga (hari)
1	Dump Truck	Bh	Rp 258,125	Rp 2,065,000
2	Truck Mixer	Bh	Rp 950,000	Rp 7,600,000
3	Excavator	Bh	Rp 453,291	Rp 3,626,328
4	Vibrator Truss Screenshot	Hari	Rp 200,000	Rp 1,600,000

Tabel 7.4 Harga Satuan Alat Berat

No	Nama Bahan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Semen PC 40 kg	kg	Rp 1,550	Rp 62,000
2	Pasir Beton	m3	Rp 251,563	Rp 251,563
3	Air	Liter	Rp 241,700	Rp 241,700
4	Kayu Meranti Bekisting	batang	Rp 2,800,000	Rp 2,800,000
5	Paku Usuk	kg	Rp 16,000	Rp 16,000
6	Minyak Bekisting	litr	Rp 27,500	Rp 27,500
7	Kayu Kamper 4/6	batang	Rp 5,203,125	Rp 5,203,125
8	Tripleks 9mm	lembar	Rp 98,000	Rp 98,000
9	besi beton polos/ulir	batang	Rp 11,000	Rp 11,000
12	Kawat ikat	kg	Rp 16,800	Rp 16,800
13	Semen PC 50 kg	kg	Rp 1,550	Rp 77,500

7.3 Harga Satuan Pokok Pekerjaan

1. Pengukuran Lapangan

Tabel 7.5 HSPK Pengukuran Lapangan

PEKERJAAN PENGUKURAN LAPANGAN					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	SURVEYOR GEODESI	0.0067	OH	Rp 158,000	Rp 1,058.60
2	PEMBANTU TUKANG	0.0133	OH	Rp 110,000	Rp 1,463.00
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 2,521.60
B	PERALATAN				
1	SEWA THEODOLITE	0.0067	Hari	Rp 368,800	Rp 2,470.96
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 2,470.96
D	TOTAL (A + B + C)				Rp 4,992.56
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp 499.26
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp 5,491.82

2. Pekerjaan Tanah

Tabel 7.6 HSPK Pekerjaan Saluran Drainase

PEKERJAAN GALIAN SALURAN DRAINASE DENGAN ALAT BERAT					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.0643	OH	Rp 7,354	Rp 472.86
2	PEKERJA	0.0321	OH	Rp 11,394	Rp 365.75
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 838.61
B	BAHAN				
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp -
C	PERALATAN				
1	EXCAVATOR	0.0321	JAM	Rp 446,325	Rp 14,327.03
2	DUMP TRUCK	0.0806	JAM	Rp 252,809	Rp 20,376.41
3	ALAT BANTU	1	Ls	Rp 75	Rp 75.00
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 34,778.44
D	TOTAL (A + B + C)				Rp 35,617.05
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp 3,561.70
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp 39,178.75

3. Pekerjaan Urugan Tanah

Tabel 7.7 HSPK Pekerjaan Urugan Tanah Dengan Pemadatan

TIMBUNAN TANAH DENGAN PEMADATAN					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.0178	OH	Rp 7,354	Rp 130.90
2	PEKERJA	0.0714	OH	Rp 11,394	Rp 813.53
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 944.43
B	BAHAN				
1	PASIR URUG	1.2	m ³	Rp 77,000	Rp 92,400.00
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 92,400.00
C	PERALATAN				
1	SEWA TEMPER	0.012	JAM	Rp 36,274	Rp 435.29
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 435.29
D	TOTAL (A + B + C)				Rp 93,779.72
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp 9,377.97
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp 103,157.69

4. Pekerjaan Pemasangan Saluran Drainase

Tabel 7.8 HSPK Pekerjaan Instalasi Saluran Drainase

PEKERJAAN SALURAN DRAINASE (U-DITCH)					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.083	OH	Rp77,360	Rp6,420.88
2	PEKERJA	0.0321	OH	Rp11,394	Rp365.75
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp6,786.63
B	BAHAN				
1	PRE-CAST U DITCH 80 x 80 x 120		Pcs	Rp970,000	Rp970,000
2	PRE-CAST U DITCH 140 x 140 x 120		Pcs	Rp3,205,000	Rp3,205,000
3	PRE-CAST U DITCH 120 x 120 x 120		Pcs	Rp1,942,000	Rp1,942,000
4	PRE-CAST U DITCH 180 x 180 x 120		Pcs	Rp4,410,000	Rp4,410,000
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp10,527,000.00
C	PERALATAN				
1	EXCAVATOR	0.0321	JAM	Rp446,325	Rp14,327
2	ALAT BANTU	1			
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp14,327.03
D	TOTAL (A + B + C)				Rp10,548,113.66
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp1,054,811.37
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp11,602,925.03

5. Pekerjaan Perkerasan Beton

Tabel 7.9 HSPK Pekerjaan Beton K-400

PEKERJAAN BETON K-400					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.15	OH	Rp 77,360	Rp 11,604.00
2	KEPALA TUKANG	0.035	OH	Rp 68,000	Rp 2,380.00
3	TUKANG	0.703	OH	Rp 66,400	Rp 46,679.20
4	PEMBANTU TUKANG	1.41	OH	Rp 55,400	Rp 78,114.00
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 138,777.20
B	BAHAN				
1	SEMEN PC 40 kg	0.62	ZAK	Rp 62,000	Rp 38,440
2	PASIR COR/BETON	0.79	m ³	Rp 251,563	Rp 198,735
3	AIR	215	Liter	Rp 27	Rp 5,805
4	AGREGAT KASAR	0.5412789	kg	Rp 241,700	Rp 130,827
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 373,806.88
C	PERALATAN				
1	TRUK MIXER	0.142857	JAM	Rp 950,000	135714.15
2	VIBRATORY TRUSS SCREED	1.142857	JAM	Rp 200,000	228571.4
3	ALAT BANTU	1	Ls		
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 364,285.55
D	TOTAL (A + B + C)				Rp 876,869.63
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp 87,686.96
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp 964,556.59

6. Pekerjaan Pembesian (Polos)

Tabel 7.10 HSPK Pekerjaan Pembesian (Polos)

PENGKERJAAN PEMBESIAN (Polos)					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.0004	OH	77360	30.944
2	KEPALA TUKANG	0.0007	OH	68000	47.6
3	TUKANG	0.007	OH	66400	464.8
4	PEKERJA	0.007	OH	55400	387.8
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 931.14
B	BAHAN				
1	BESI BETON POLOS D12		BATANG	Rp 84,500	Rp 84,500
2	BESI BETON POLOS D32		BATANG	Rp 598,000	Rp 598,000
3	KAWAT	0.015	kg	Rp 16,800	Rp 252
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 682,752.00
C	PERALATAN				
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp-
D	TOTAL (A + B + C)				Rp 683,683.14
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp 68,368.31
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp 752,051.46

7. Pekerjaan Pembesian (Ulir)

Tabel 7.11 HSPK Pekerjaan Pembesian (Ulir)

PENGERJAAN PEMBESIAN (Ulir)					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.0004	OH	Rp 77,360	Rp 30.94
2	KEPALA TUKANG	0.0007	OH	Rp 68,000	Rp 47.60
3	TUKANG	0.007	OH	Rp 66,400	Rp 464.80
4	PEKERJA	0.007	OH	Rp 55,400	Rp 387.80
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 931.14
B	BAHAN				
1	BESI BETON ULIR		BATANG	Rp 149,500	Rp 149,500
2	KAWAT	0.015	kg	Rp 16,800	Rp 252
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 149,752.00
C	PERALATAN				
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp-
D	TOTAL (A + B + C)				Rp 150,683.14
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp 15,068.31
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp 165,751.46

8. Pekerjaan Instalasi Bekisting

Tabel 7.12 HSPK Pekerjaan Instalasi Bekisting

INSTALASI BEKISTING					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.033	OH	Rp 77,360	Rp 2,552.88
2	KEPALA TUKANG	0.033	OH	Rp 68,000	Rp 2,244.00
3	TUKANG	0.33	OH	Rp 66,400	Rp 21,912.00
4	PEKERJA	0.66	OH	Rp 55,400	Rp 36,564.00
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 63,272.88
B	BAHAN				
1	PAKU ETERNIT	0.4	m ³	Rp 16,000	Rp 6,400.00
2	PLYWOOD uk. 122 X 244 X 9 mm	0.35	Lembar	Rp 93,600	Rp 32,760.00
3	KAYU KAMPER BALOK 4/6, 4/7	0.015	m ³	Rp 6,400,000	Rp 96,000.00
4	KAYU MERANTI BEKISTING	0.04	m ³	Rp 3,200,000	Rp 128,000.00
5	MINYAK BEKISTING	0.2	Liter	Rp 28,300	Rp 5,660.00
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 268,820.00
C	PERALATAN				
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp-
D	TOTAL (A + B + C)				Rp 332,092.88
E	OVERHEAD PROFIT 10% (10% X D)				Rp 33,209.29
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp 365,302.17

9. Pekerjaan Minor

Tabel 7.13 HSPK Pekerjaan Minor

PEKERJAAN MINOR					
	KOMPONEN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN DASAR	TOTAL HARGA
A	TENAGA				
1	MANDOR	0.075	OH	Rp 77,360	Rp 5,802
2	TUKANG	0.225	OH	Rp 66,400	Rp 14,940
3	PEMBANTU TUKANG	0.6	OH	Rp 55,400	Rp 33,240
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 53,982.00
B	BAHAN				
1	THERMOPLASTIC	1.95	kg	Rp 444,000	Rp 865,800
2	GLASS BEAD	0.45	kg	Rp 35,000	Rp 15,750
3	MINYAK THINNER	1.05	Liter	Rp 27,500	Rp 28,875
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 910,425.00
C	PERALATAN				
1	COMPRESSOR	0.075	JAM	Rp 152,723	Rp11,454.23
2	ALAT BANTU	1	Ls		
	JUMLAH HARGA TENAGA				Rp 11,454.23
D	TOTAL				Rp 975,861.23
E	OVERHEAD PROFIT				Rp 97,586.12
F	TOTAL HARGA SATUAN PEKERJAAN				Rp1,073,447.35

7.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 7.14 Tabel Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

	JENIS PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL SATUAN
A	PEKERJAAN PENDAHULUAN				
1	DIREKSI KEET	1	Ls	Rp 4,500,000	Rp 4.500.000
2	MOBILISASI PERALATAN	1	Ls	Rp 7,000,000	Rp 4.000.000
3	PENGUKURAN LAPANGAN	1	Ls	Rp 2,000,000	Rp 2.000.000
4	PEMASANGAN RAMBU PENGAMAN	1	Ls	Rp 2,500,000	Rp 2.500.000
				JUMLAH I	Rp 13.500.000
B	PEKERJAAN DRAINASE				
1	PEMBERSIHAN DRAINASE	1	Ls	Rp 3.500.000	Rp 3.500.000
2	GALIAN UNTUK DRAINASE DENGAN ALAT BERAT	913.801	m ³	Rp 39.179	Rp 35.801.582,98
3	PEMASANGAN SALURAN DRAINASE				
	U 80x80x120	208	Unit	Rp 970.000	Rp 201.760.000
	U 120x120x120	292	Unit	Rp 1.942.000	Rp 56.064.000
	U 140x140x120	42	Unit	Rp 3.205.000	Rp 134.610.000
	U 160x160x120	625	Unit	Rp 3.682.000	Rp 2.301.250.000
				JUMLAH II	Rp 3.243.985.853
	PEKERJAAN BEKISTING				
1	BEKISTING UNTUK PERKERASAN BETON	1470.96	m ²	Rp 365,302	Rp 537.344.877
				JUMLAH III	Rp 537.344.877
D	PEKERJAAN PERKERASAN				
1	PEKERJAAN TULANGAN				
	BESI POLOS (STRUKTUR)	143780	kg	Rp 11,000	Rp 1,581,580,000
	BESI POLOS (DOWEL)	17668	kg	Rp 11,000	Rp 194,348,000

	BESI ULIR	23594.6	kg	Rp 11,000	Rp 259,540,600
2	PERKERASAN BETON K-400	5600	m ³	Rp 964,557	Rp 5,401,516,922
				JUMLAH IV	Rp 7.436.985.522
E	PEKERJAAN MINOR				
1	PEKERJAAN MARKA DAN RAMBU	580	m ²	Rp 1,073,447	Rp 622,599,462
				JUMLAH V	Rp 622.599.462
	JUMLAH				Rp 11.854.415.443
	PPN 10%				Rp 1.815.441.544
	INFLASI MEI 2017 (4,33%)				Rp 513.296.1897
	TOTAL BIAYA				Rp 13.553.153.176

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

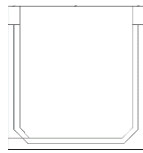
BAB VIII

PENUTUP

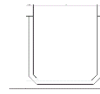
8.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan Modifikasi Desain Jalan Babat – Bts. Kab. Jombang dengan menggunakan *Rigid Pavement* pada STA 5+400 – 9+400 Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur dengan panjang 4000 m dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

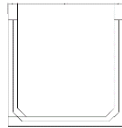
1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan pada kondisi eksisting 2/2 UD dengan lebar badan jalan 7 m selama umur rencana yaitu mulai tahun 2016 – 2036 ternyata tidak diperlukan pelebaran jalan karena nilai DS sampai akhir umur rencana masih di bawah 0,75.
2. Peningkatan jalan menggunakan Beton K – 400 dengan tebal slab beton 20 cm. Kemudian untuk tulangan memanjang menggunakan diameter 8 mm dengan jarak 250 mm dan tulangan melintang menggunakan diameter 8 mm dengan jarak 400 mm.
3. Perencanaan saluran tepi menggunakan Beton Pracetak U-Ditch dengan dimensi dengan desain seperti berikut :



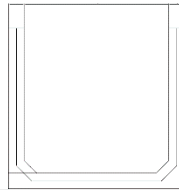
Tipe 1
(140X140X120) m



Tipe 2
(80X80X120) m



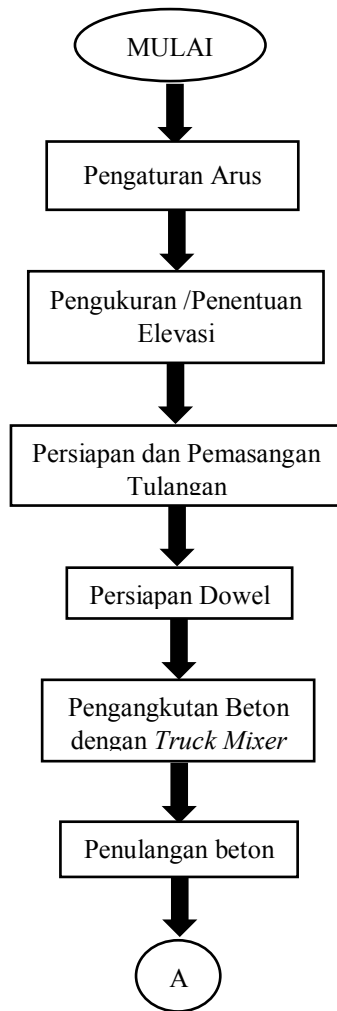
Tipe 3
(120X120X120) m

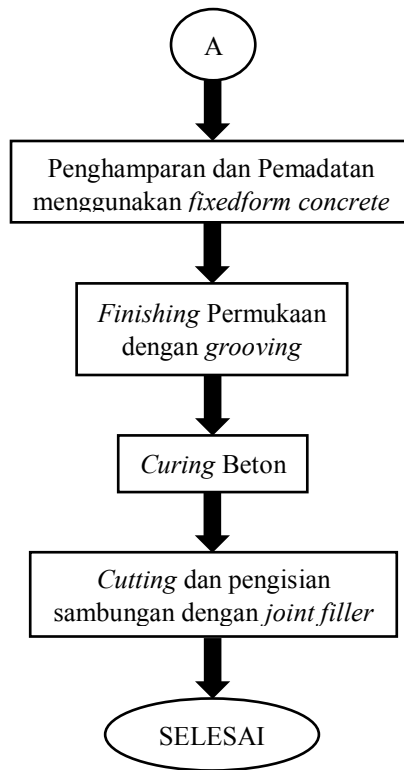


Tipe 4
(180X180X120) m

Gambar 8.1 Saluran Drainase

4. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam Modifikasi Desain Jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400 dengan menggunakan *rigid pavement* adalah Rp. 13.533.153.176,18 (Terbilang Tiga belas Milyar Lima Ratus Tiga Puluh Tiga Juta Seratus Lima Puluh Tiga Ribu Seratus Tujuh Puluh Enam Rupiah).
5. Berikut adalah metode pelaksanaan peningkatan jalan dengan menggunakan perkerasan kaku pada ruas jalan Babat – Bts.Kab.Jombang STA 5+400 – 9+400 :





Gambar 8.2 Metode Pelaksanaan

8.2 **Saran**

Dari hasil uraian di atas, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

1. Aspal pada perkerasan yang lama digunakan sebagai lantai kerja untuk jalan beton dan CBR Tanah Dasar diasumsikan $> 5\%$
2. Pada tugas akhir ini perhitungan tebal perkerasan jalan hanya selebar badan jalan eksisting karena dalam perencanaan tugas akhir ini tidak membutuhkan pelebaran jalan. Apabila nantinya diperlukan pelebaran jalan maka perlu dihitung kembali kebutuhan tebal perkerasan jalan pada pelebaran jalan dengan menggunakan data tanah yang sudah ada atau diperbarui.
3. Perencanaan saluran tepi jalan dibuat tidak mengikuti sepanjang jalan karena ada saluran yang berbelok ke arah luar jalan dan beberapa saluran di STA tertentu digunakan untuk irigasi sawah.
4. Karena semua tikungan hanya ada satu tikungan yang sefase maka pihak pengelola jalan diharapkan dapat memperbaiki trase jalan di kesempatan yang akan datang, agar dapat mengurangi resiko kecelakaan di jalan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “***Manual Kapasitas Jalan Indonesia***”, 1997.
2. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “***Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota***”, 1997.
3. Standar Nasional Indonesia, “***Perencanaan Perkerasan Beton Semen***”, PD T-14-2003.
4. Sukirman, Silvia, “***Dasar dasar Perencanaan Geometrik Jalan***”, Nova, 1999.
5. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “***Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan***”, (SNI 03-3424-1994)
6. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “***Buku Petunjuk Teknis Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan Surabaya***”.
7. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “***Spesifikasi Teknik Daerah Provinsi Jawa Timur***”, 2015.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Fajar Malik merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, Lahir di Surabaya pada tanggal 30 Maret 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Balas Klumprik II, SMPN 16 Surabaya, MAN Surabaya. Setelah lulus dari SMA pada

tahun 2014, penulis diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Program Studi Diploma 3 pada tahun 2014, terdaftar dengan NRP 3114030134. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan kerohanian kampus, diantaranya menjadi staff Jama'ah Masjid Al-Azhar, dan ketua divisi Forum Dakwah Luar Kampus (FDLK) Jama'ah Masjid Manarul Ilmi. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa. Penulis bisa dihubungi via email gendlong@gmail.com

BIODATA PENULIS

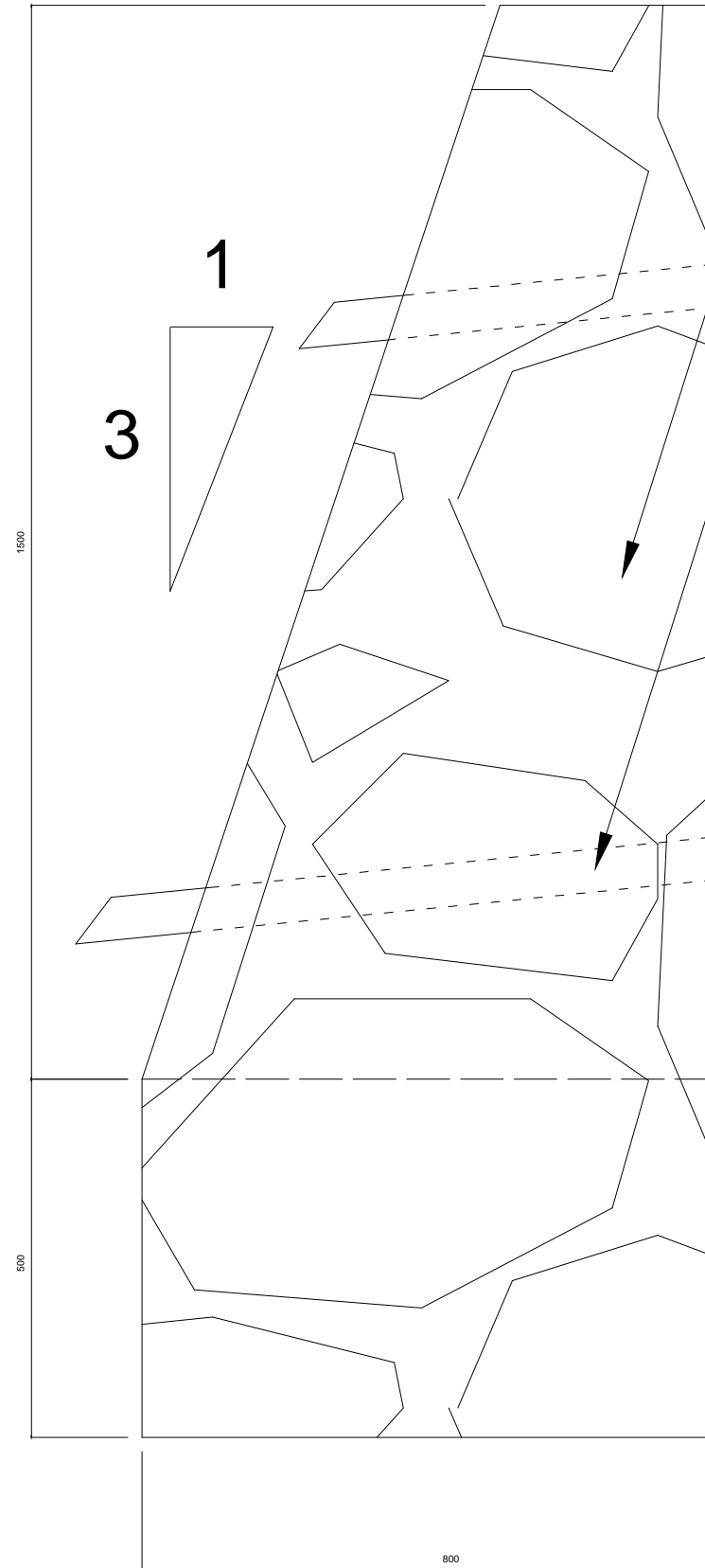


Penulis bernama lengkap Reza Alfathan Purnadi merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, Lahir di Surabaya pada tanggal 11 September 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah 1 Waru, SMP Al-Falah Deltasari Sidoarjo, SMA Muhammadiyah 2

Sidoarjo. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2014, penulis diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Program Studi Diploma 3 pada tahun 2014, terdaftar dengan NRP 3114030146. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan kemahasiswaan, diantaranya menjadi staff Media dan Informasi Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil ITS pada tahun 2015 dan 2016. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa. Penulis bisa dihubungi via email reza.83.06@gmail.com

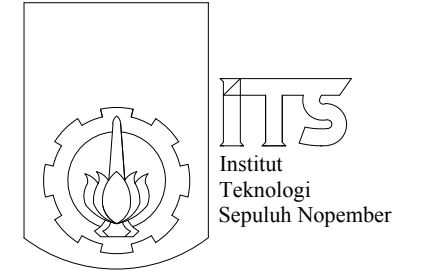
DAFTAR ISI

DETAIL TULANGAN.....	1
DETAIL TURAB.....	2
DETAIL SHEET PILE.....	3
DETAIL DIMENSI DRAINASE.....	4
TIPIKAL DIAGRAM SUPERELEVASI.....	5
LONG SECTION.....	6
CROSS SECTION.....	20



Pasangan Batu

Pipa PVC Ø3" tiap 3 m



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Detail Turab

SKALA

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

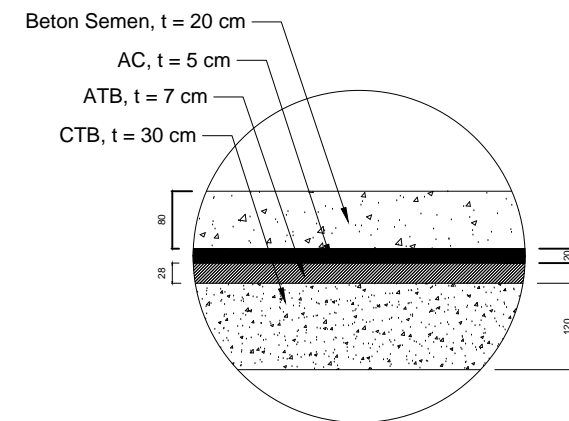
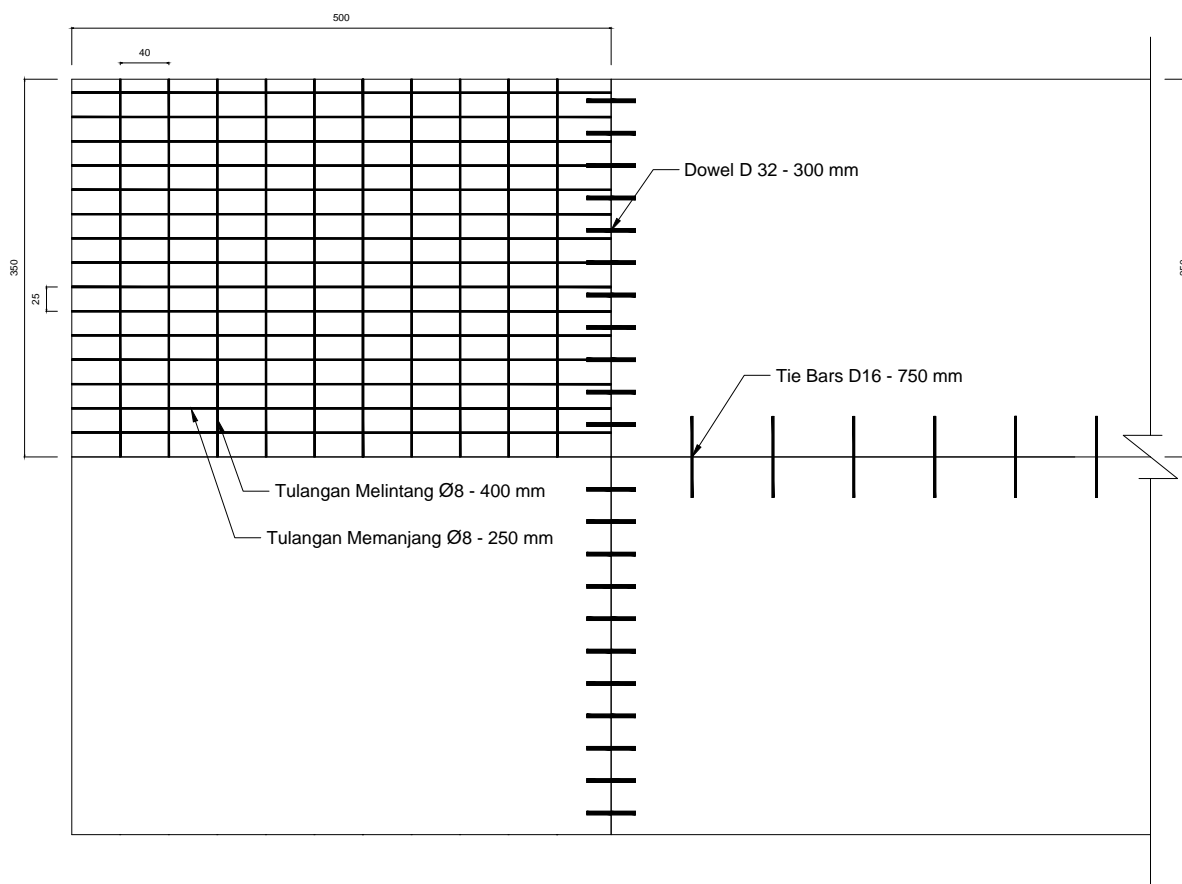
NOMOR HALAMAN

02

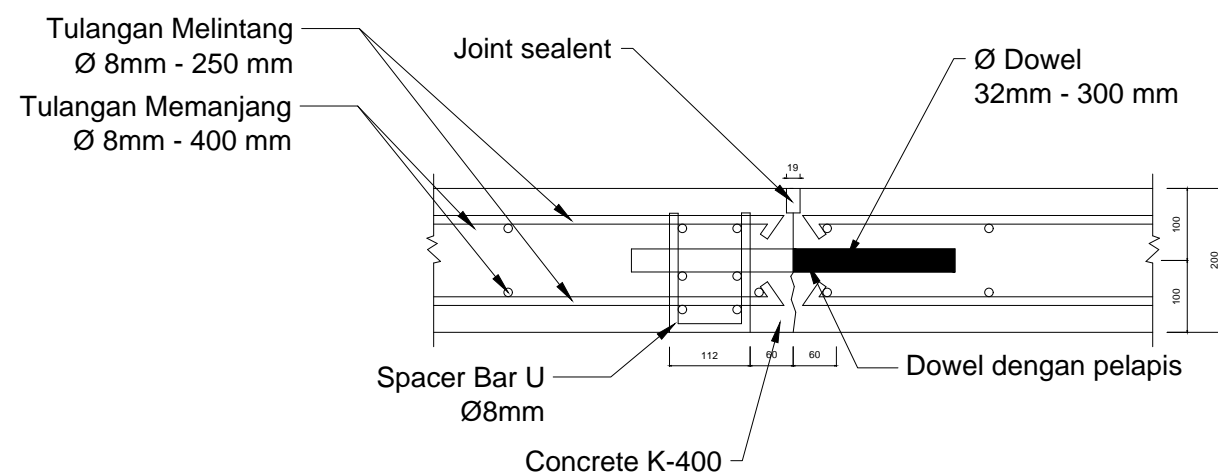
JUMLAH HALAMAN

42

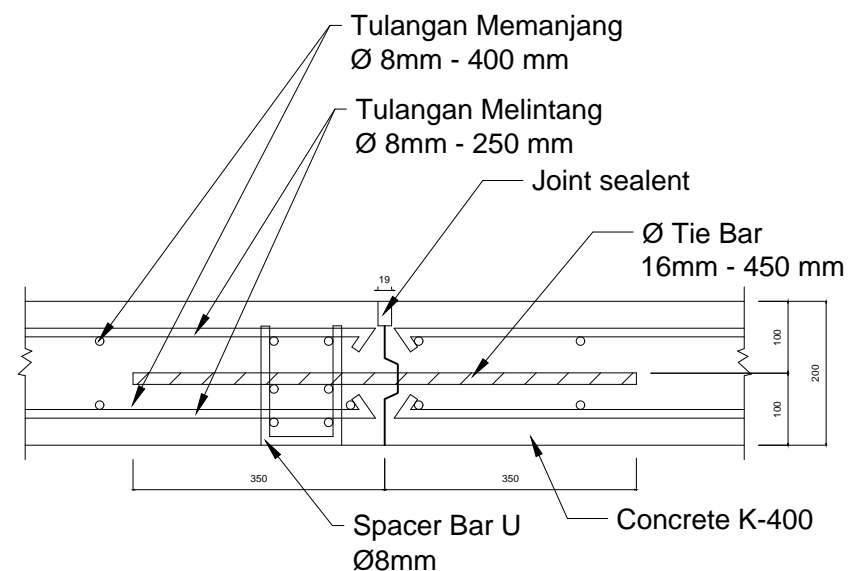
KETERANGAN :



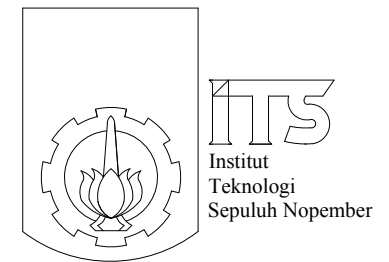
DETAIL LAPIS PERKERASAN
SKALA 1 : 1/2



DETAIL TULANGAN MELINTANG
SKALA 1 : 1



DETAIL TULANGAN MEMANJANG
SKALA 1 : 1



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

**Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku**

JUDUL GAMBAR **SKALA**

Detail Tulangan 1:75

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

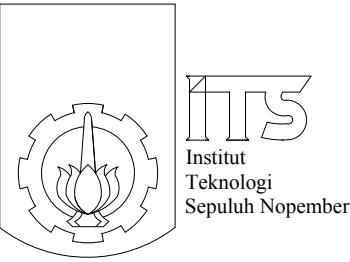
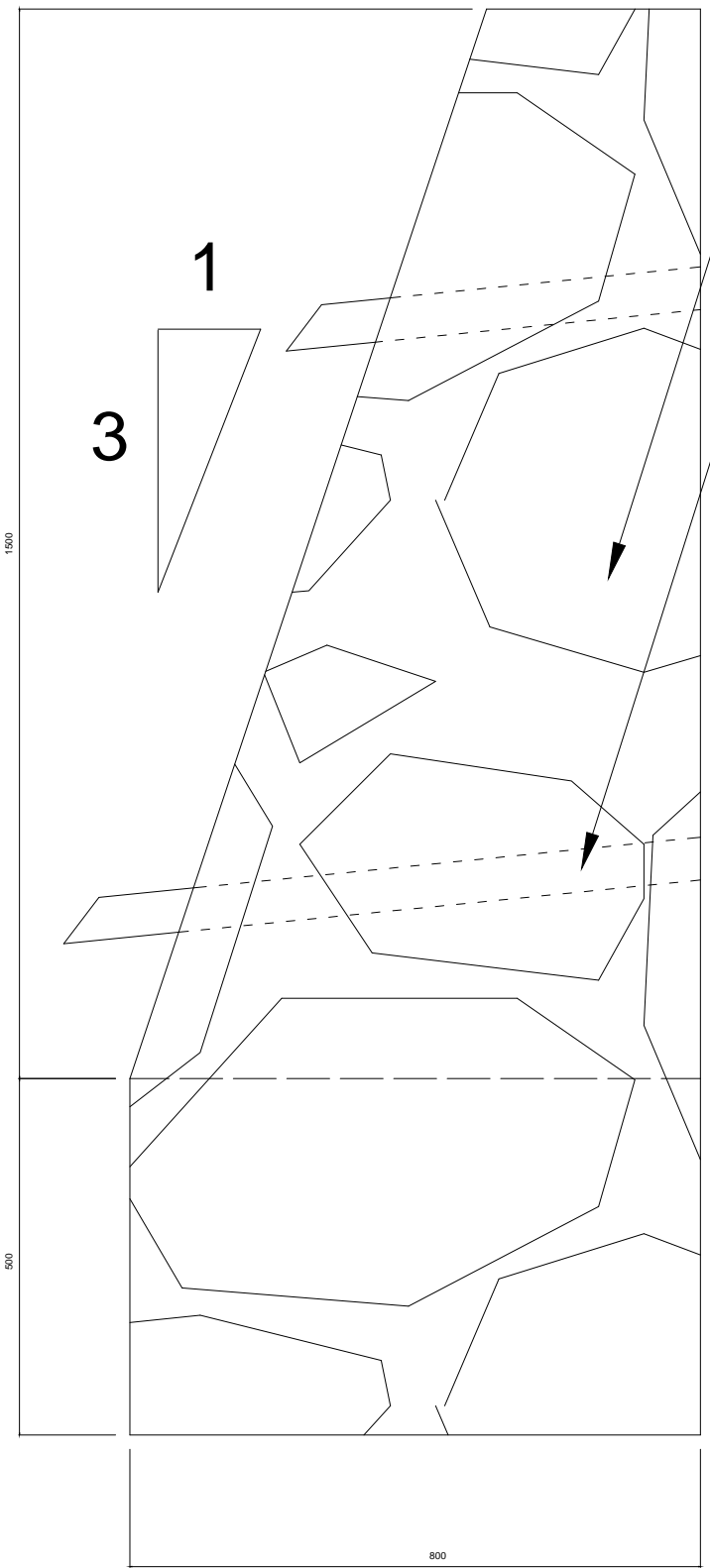
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN **JUMLAH HALAMAN**

01

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Detail Turab	1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
02	42

KETERANGAN :

JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Sheet Pile	1:25

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

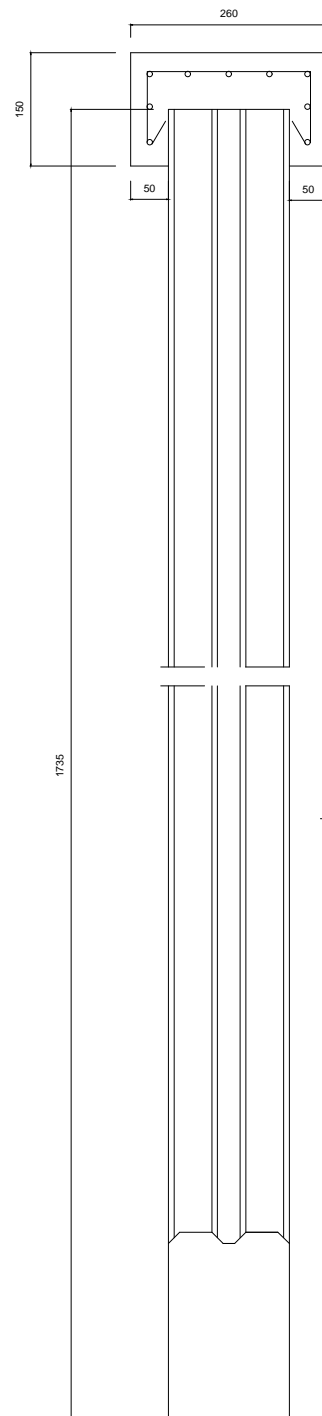
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

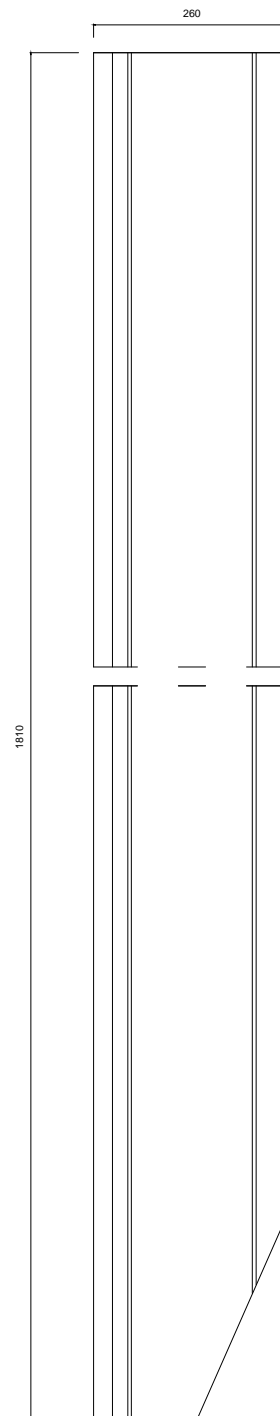
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
03	42

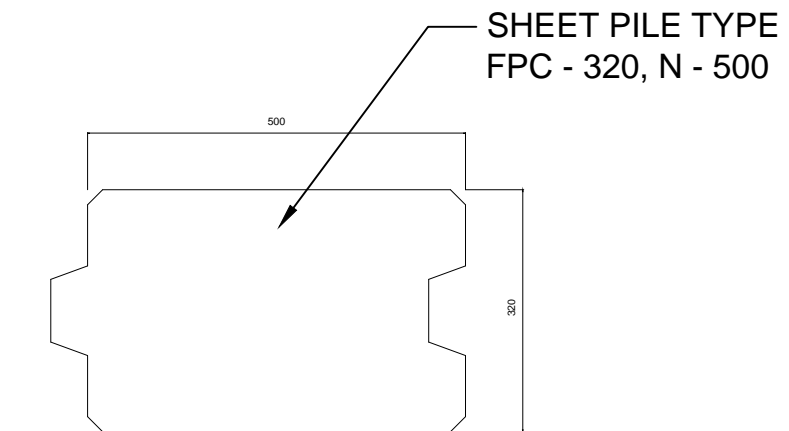
KETERANGAN :



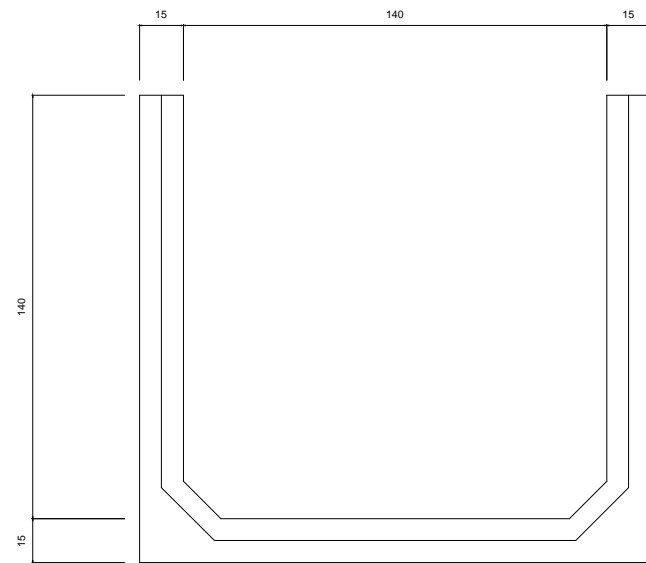
TAMPAK DEPAN



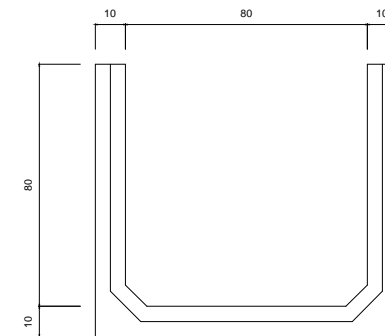
TAMPAK SAMPING



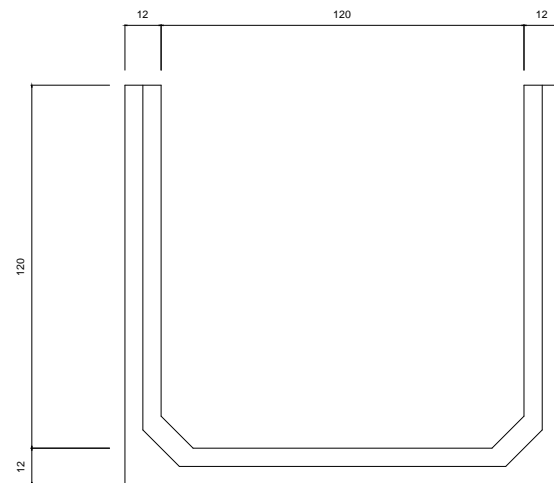
TAMPAK ATAS
SKALA 1 : 10



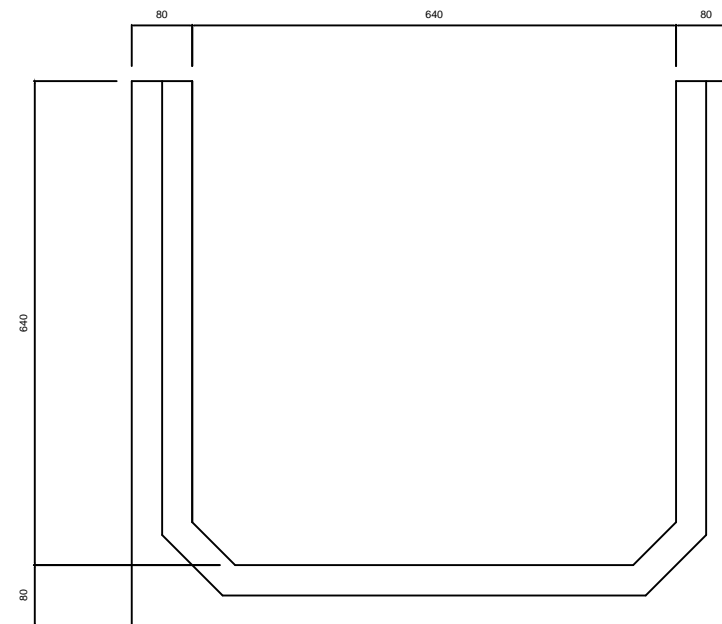
U 140X140X120



U 80X80X120

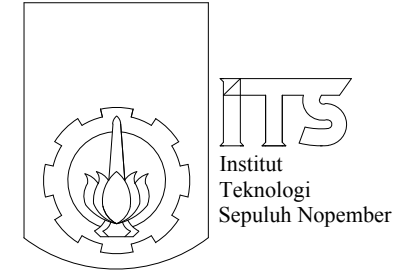


U 120X120X120



U 160X160X120

GAMBAR STANDAR SALURAN SAMPING BERBAGAI UKURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Saluran Drainase

SKALA

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

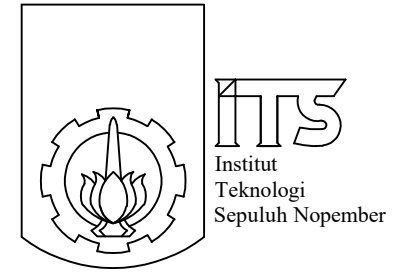
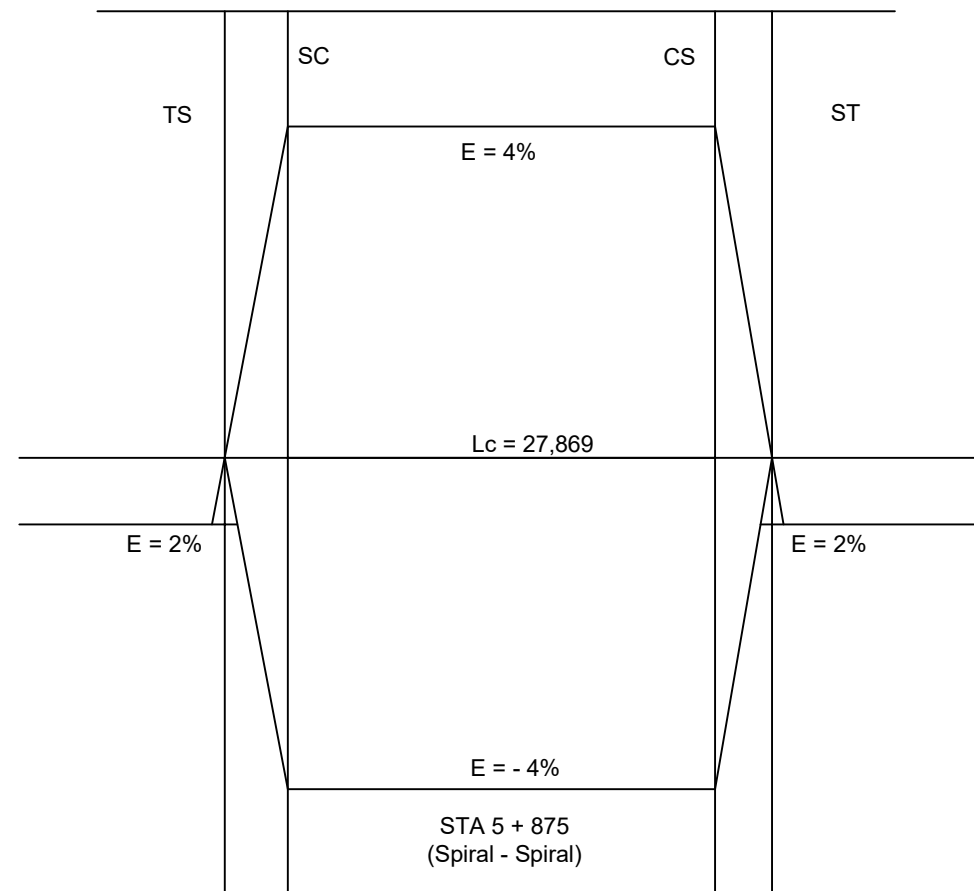
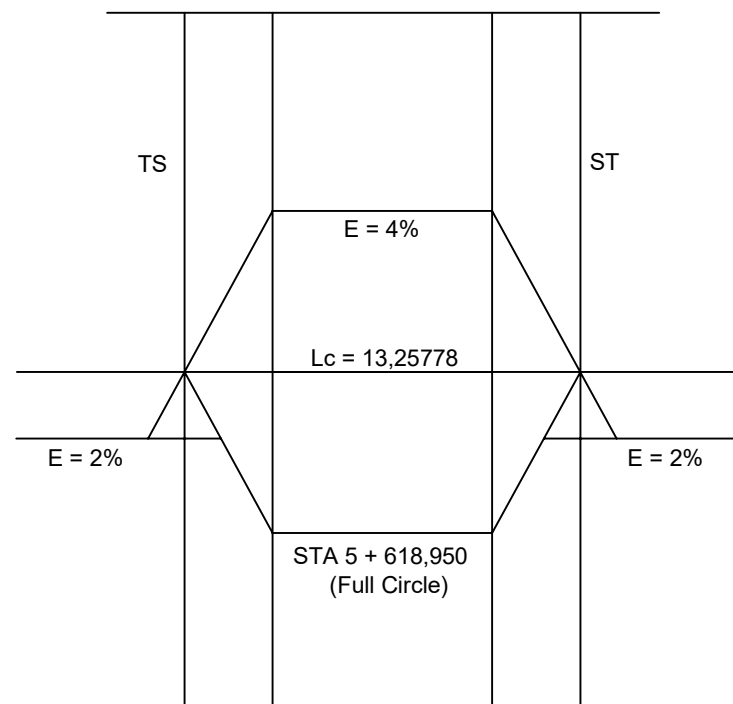
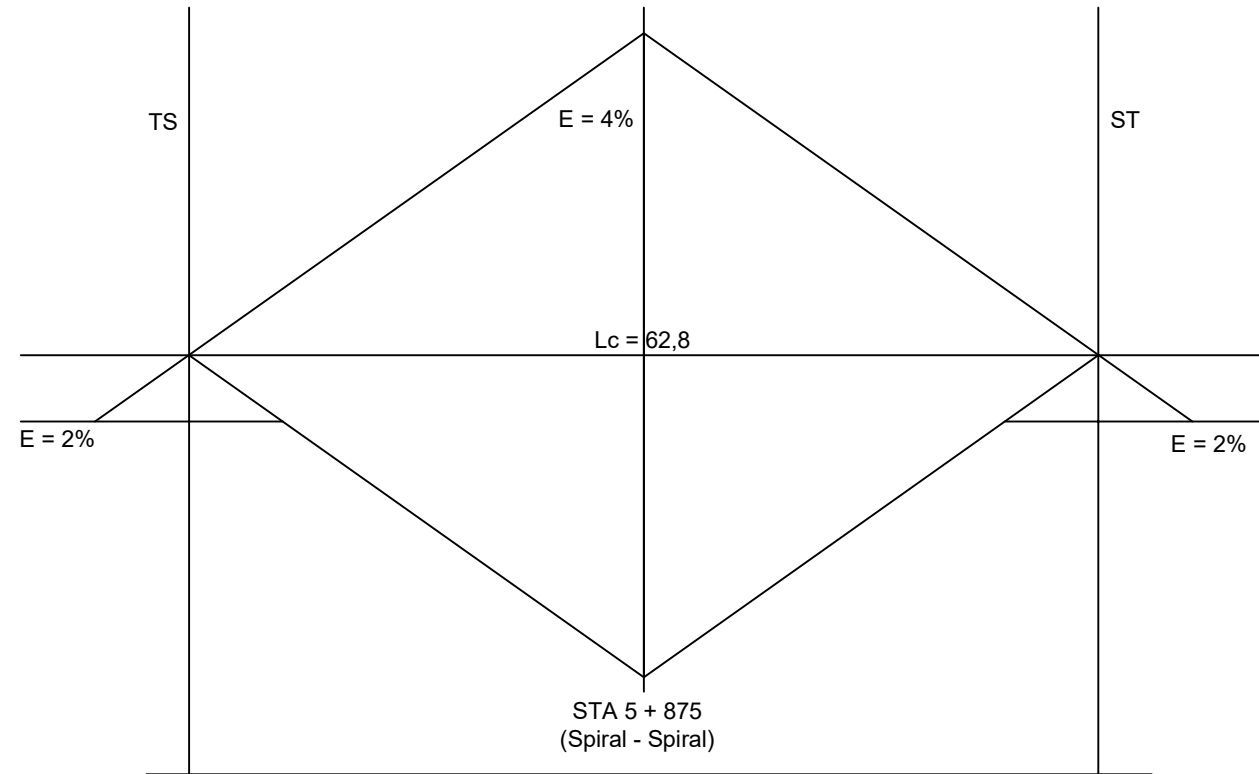
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN

04

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Tipikal Diagram Superelevasi	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

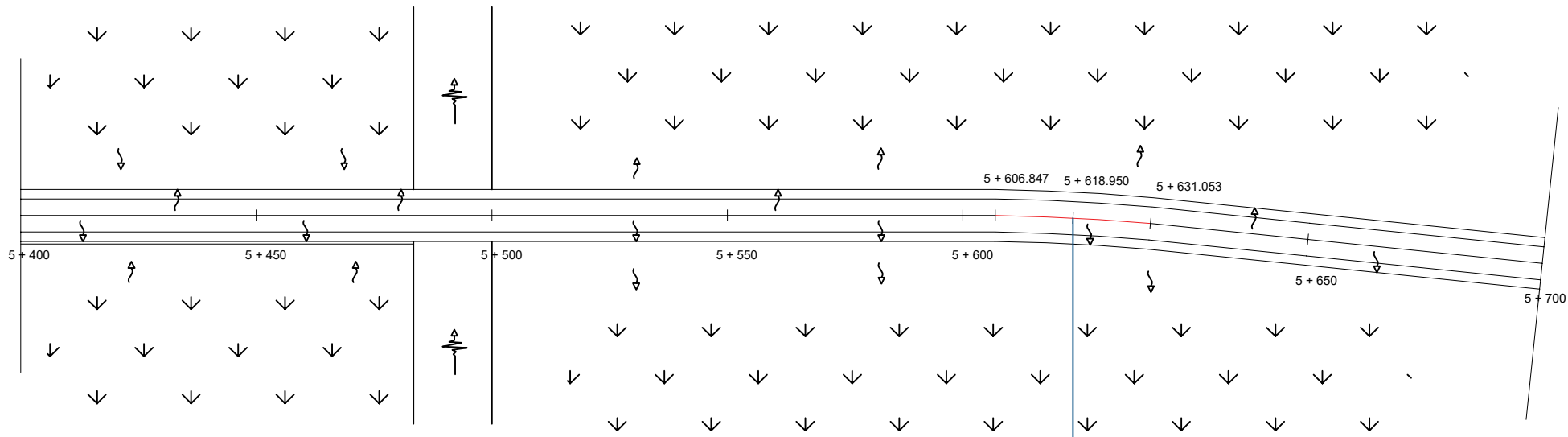
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

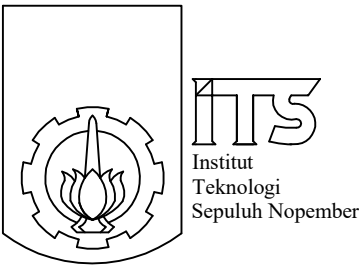
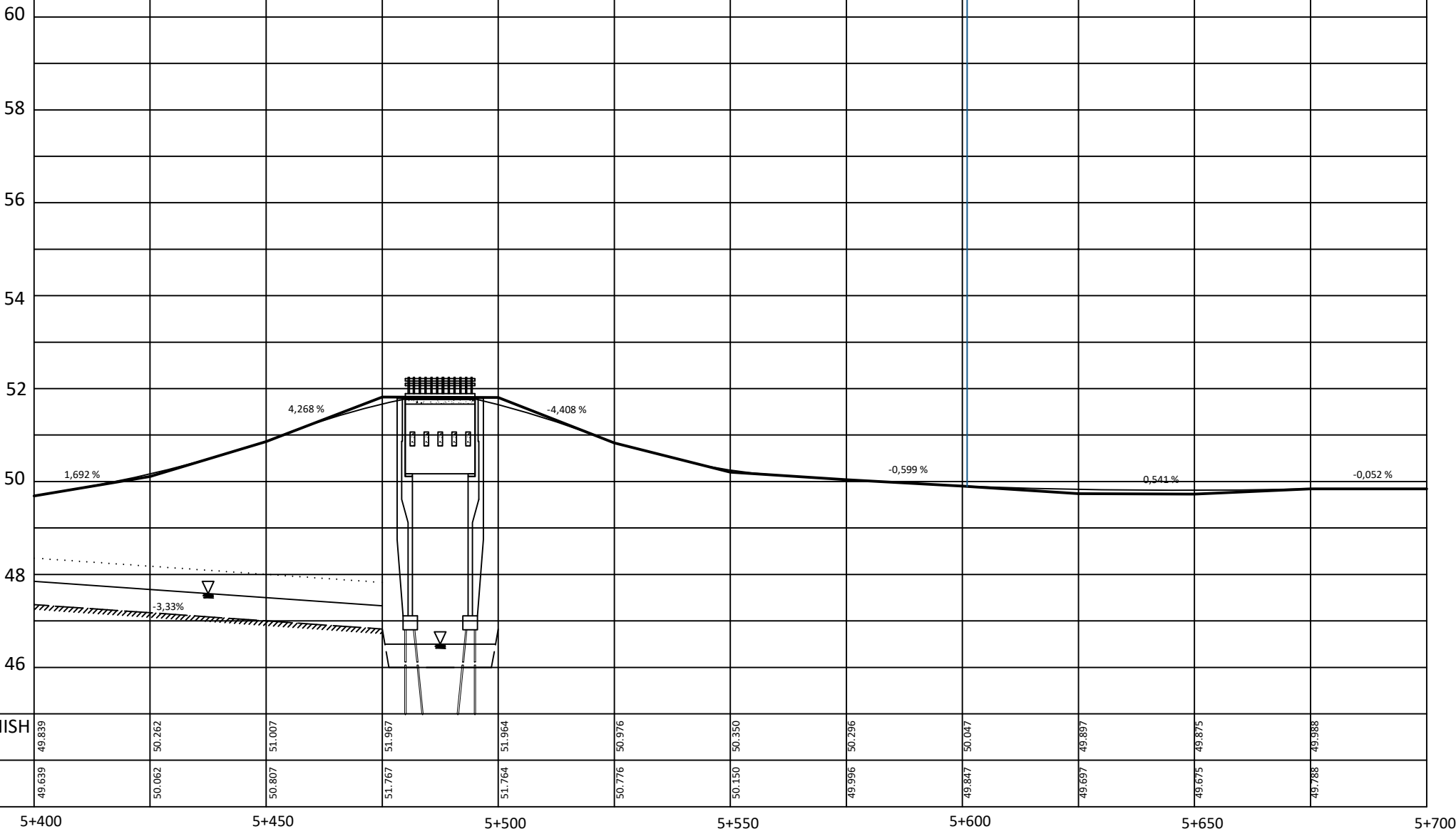
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
5	42

KETERANGAN :



Tidak Sefase



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

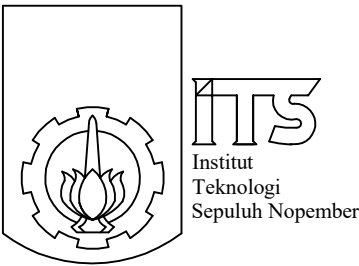
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
06	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
—— : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

SKALA

Long Section

V = 1:100
H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN

JUMLAH HALAMAN

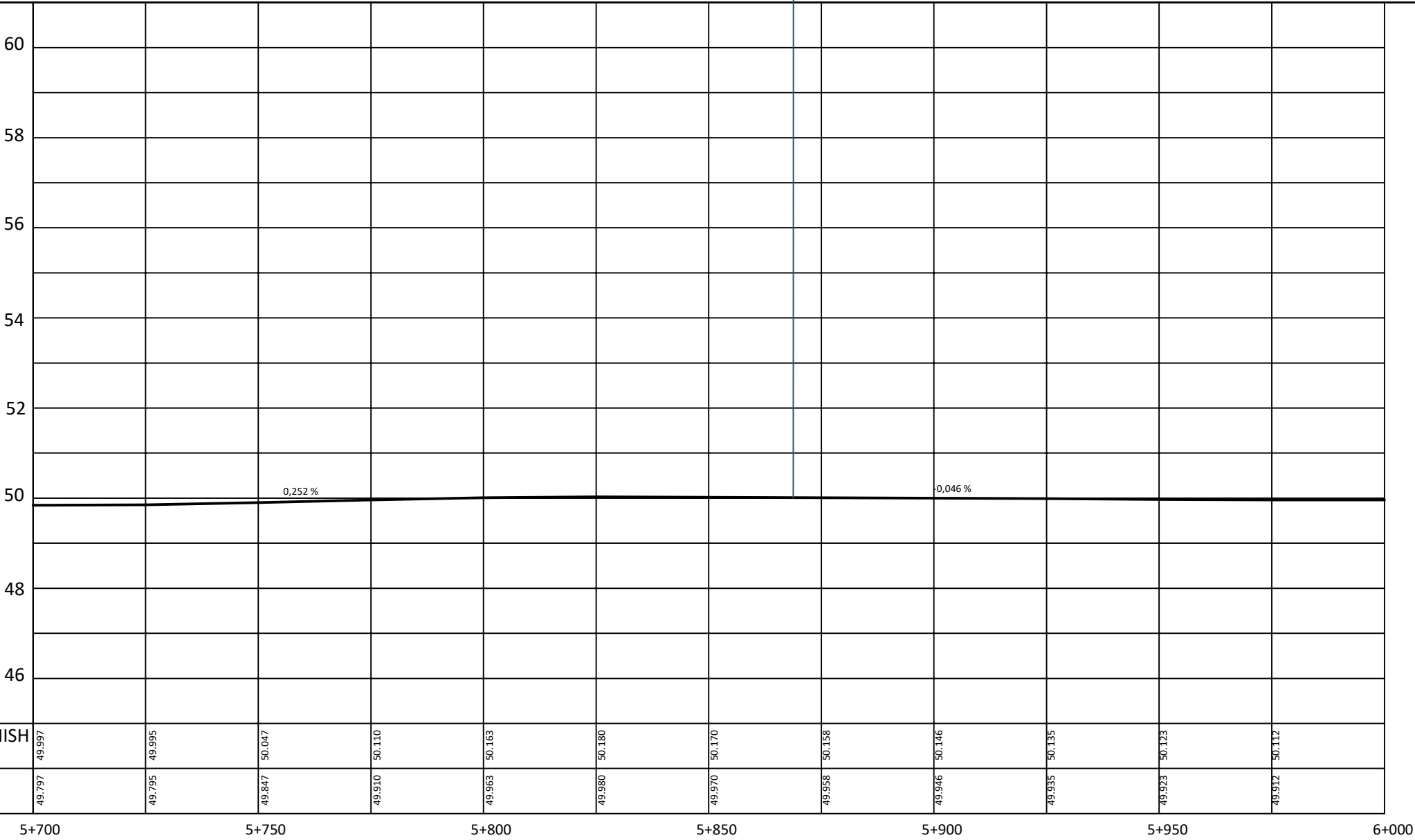
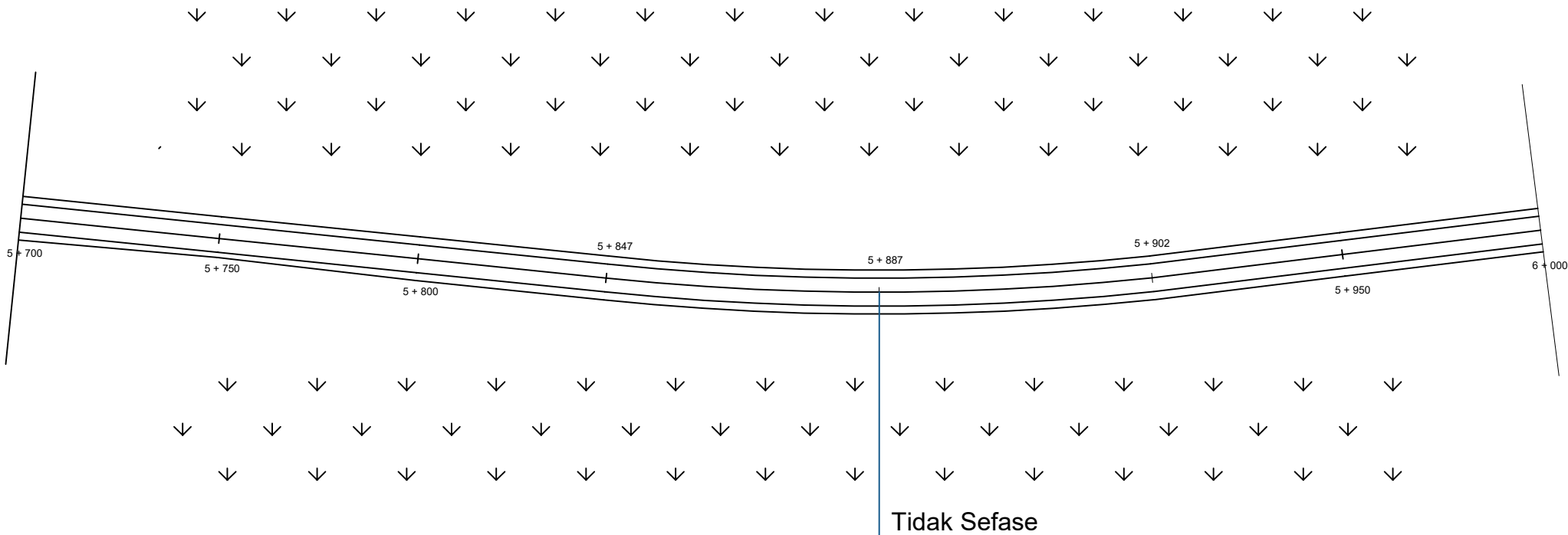
07

42

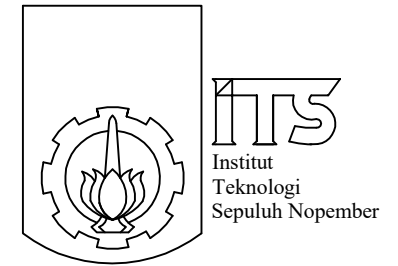
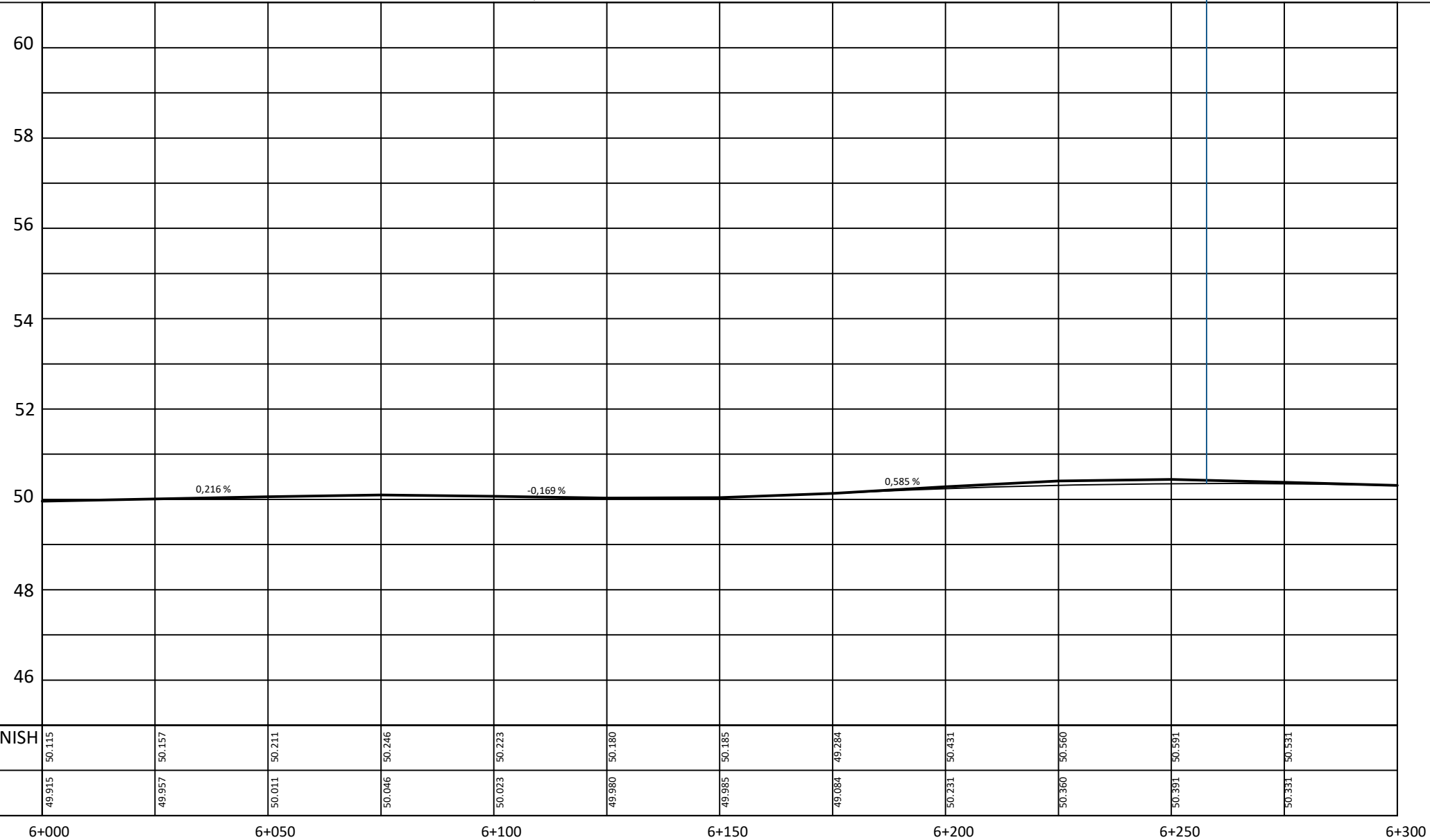
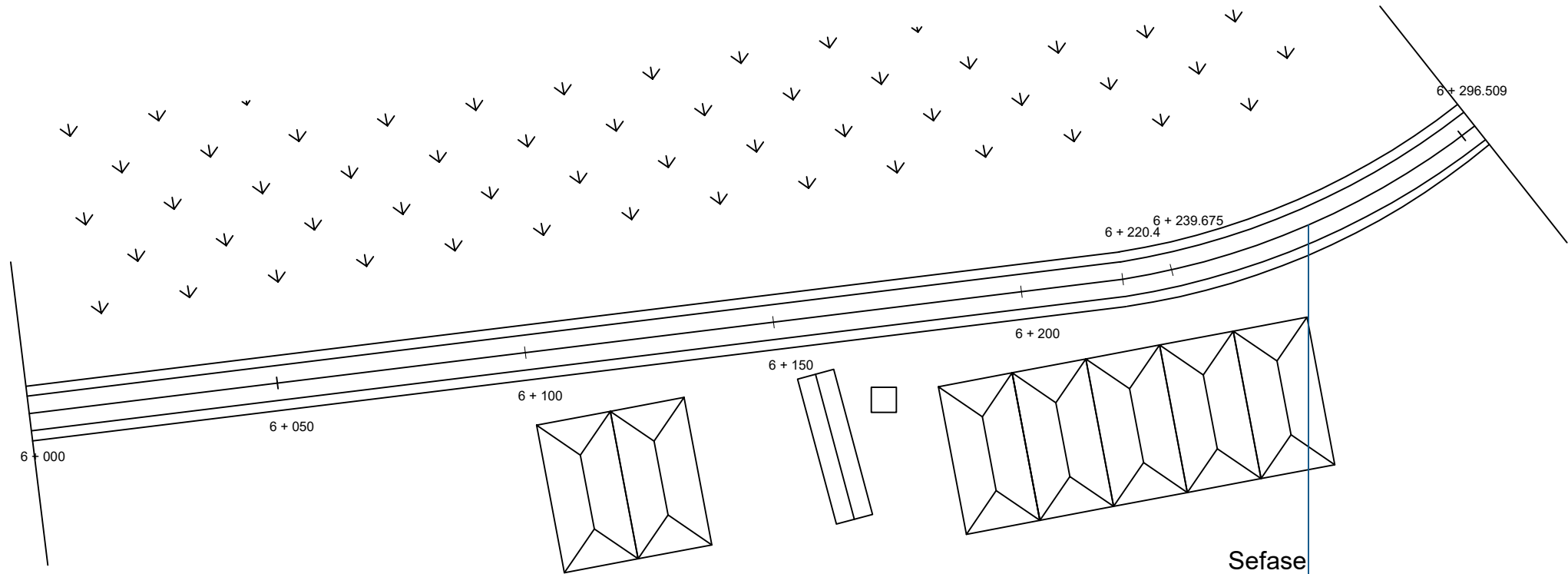
KETERANGAN :

———— : TEBAL PERKERASAN RENCANA

— — — : DASAR SALURAN



ELEVASI FINISH GRADE	49.997	49.995	50.047	50.110	50.163	50.180	50.170	50.158	50.146	50.135	50.123	50.112
ELEVASI EKSTING	49.797	49.795	49.847	49.910	49.963	49.980	49.970	49.958	49.946	49.935	49.923	49.912
	5+700	5+750	5+800	5+850	5+900	5+950	6+000					



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

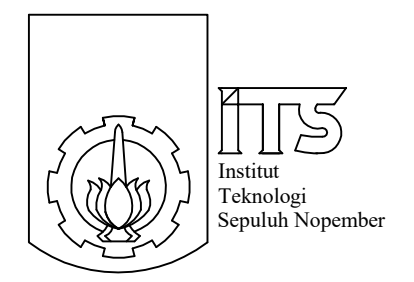
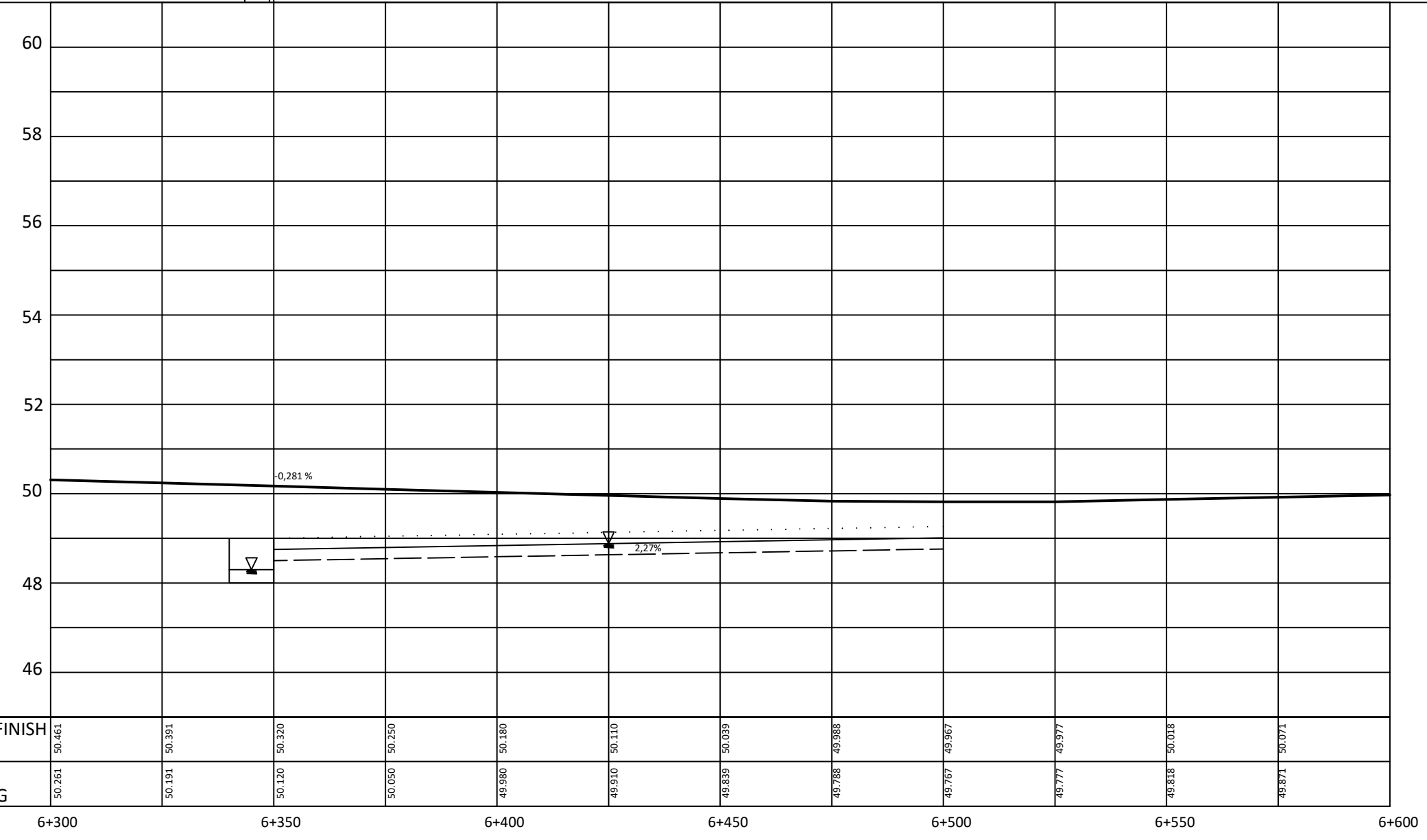
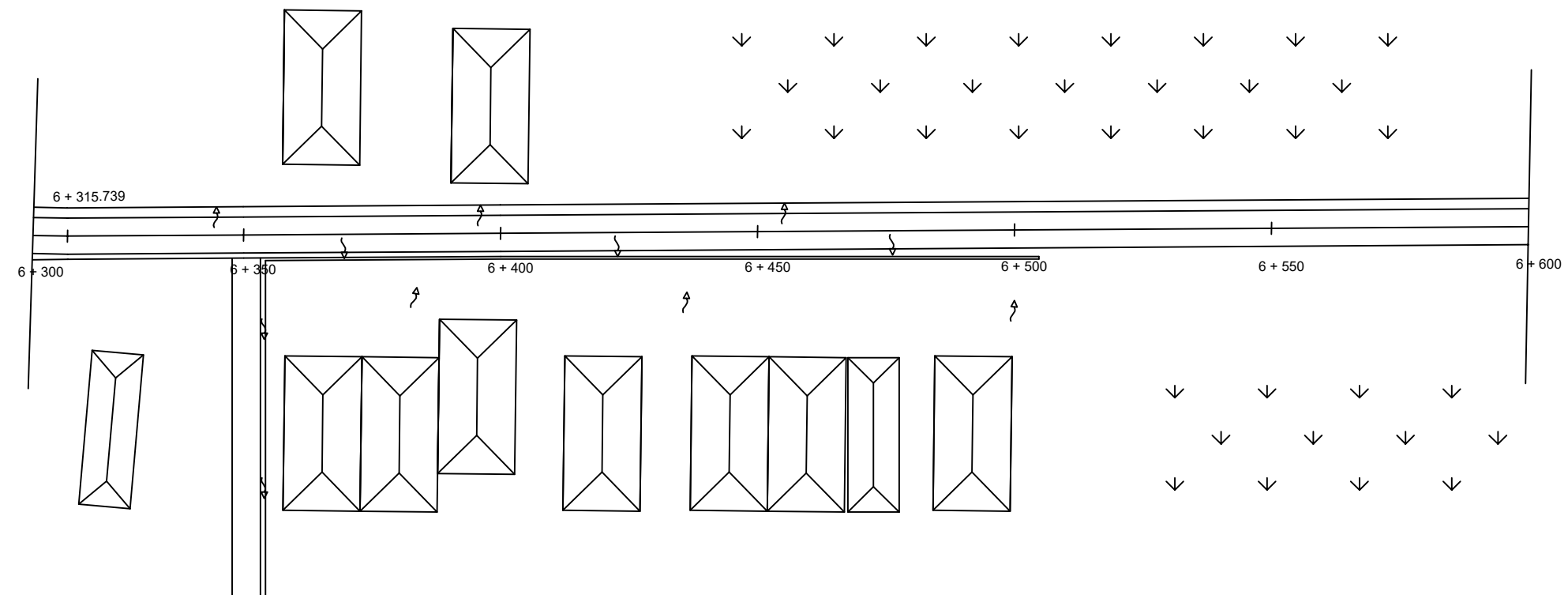
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
08	42

KETERANGAN :
— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
— — — : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

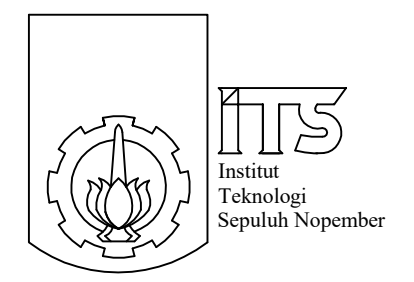
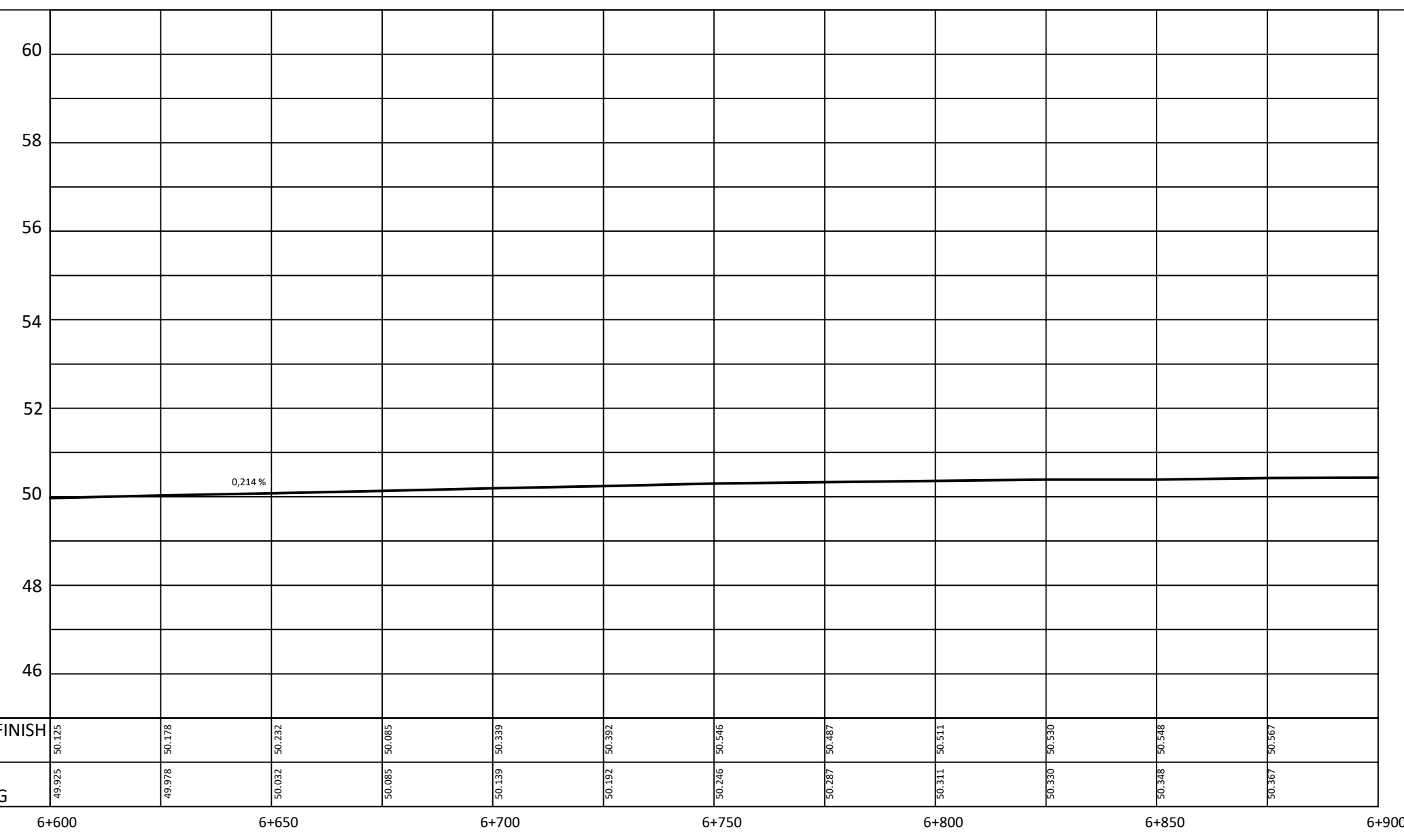
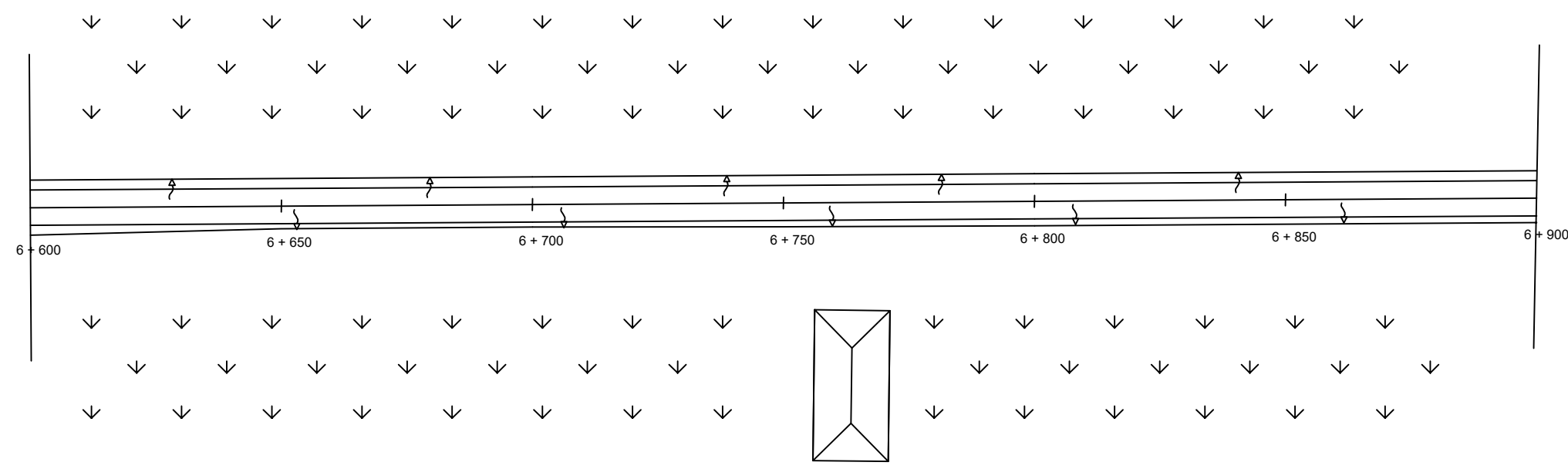
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
09	42

KETERANGAN :

———— : TEBAL PERKERASAN RENCANA

— — — : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

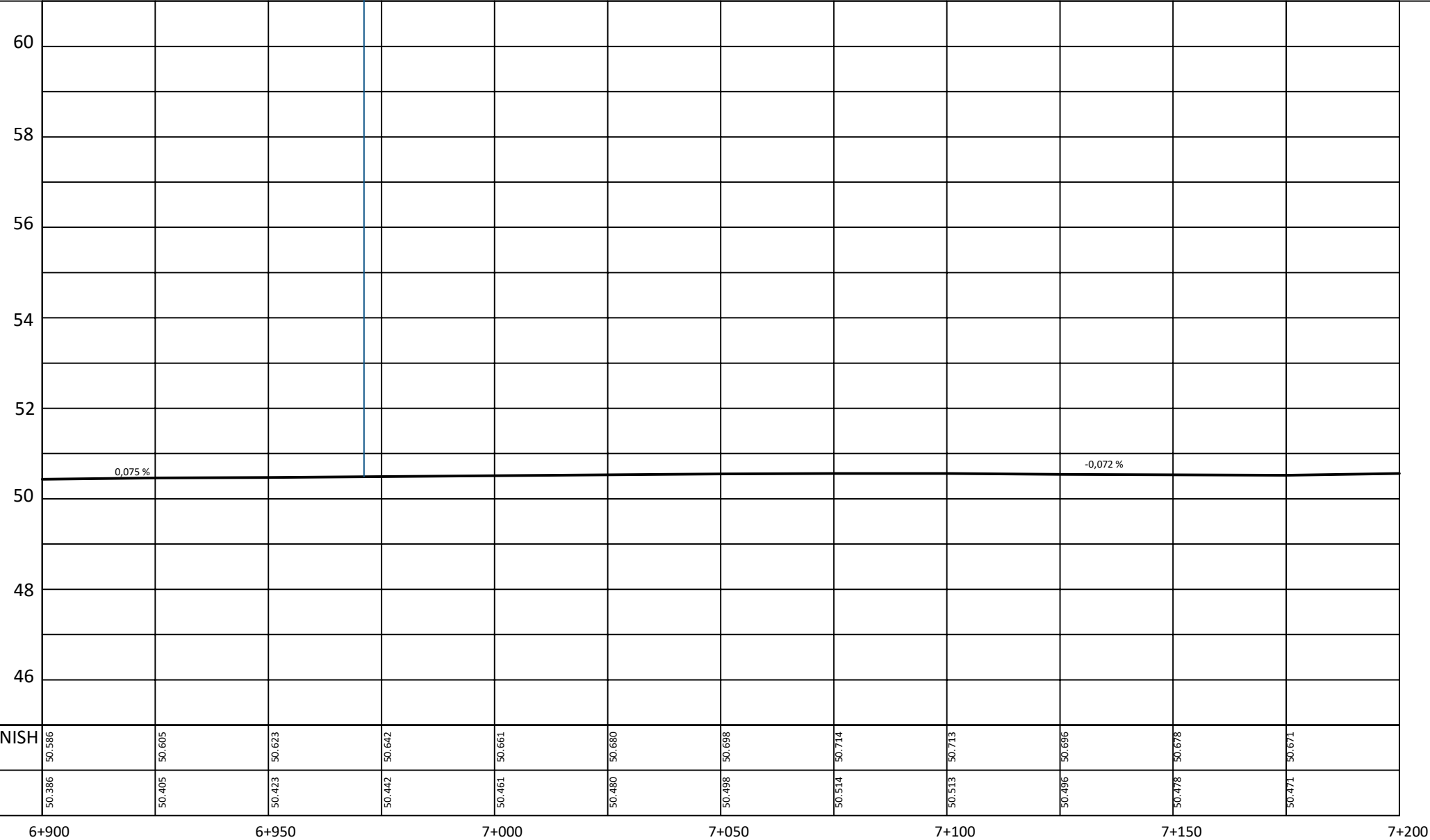
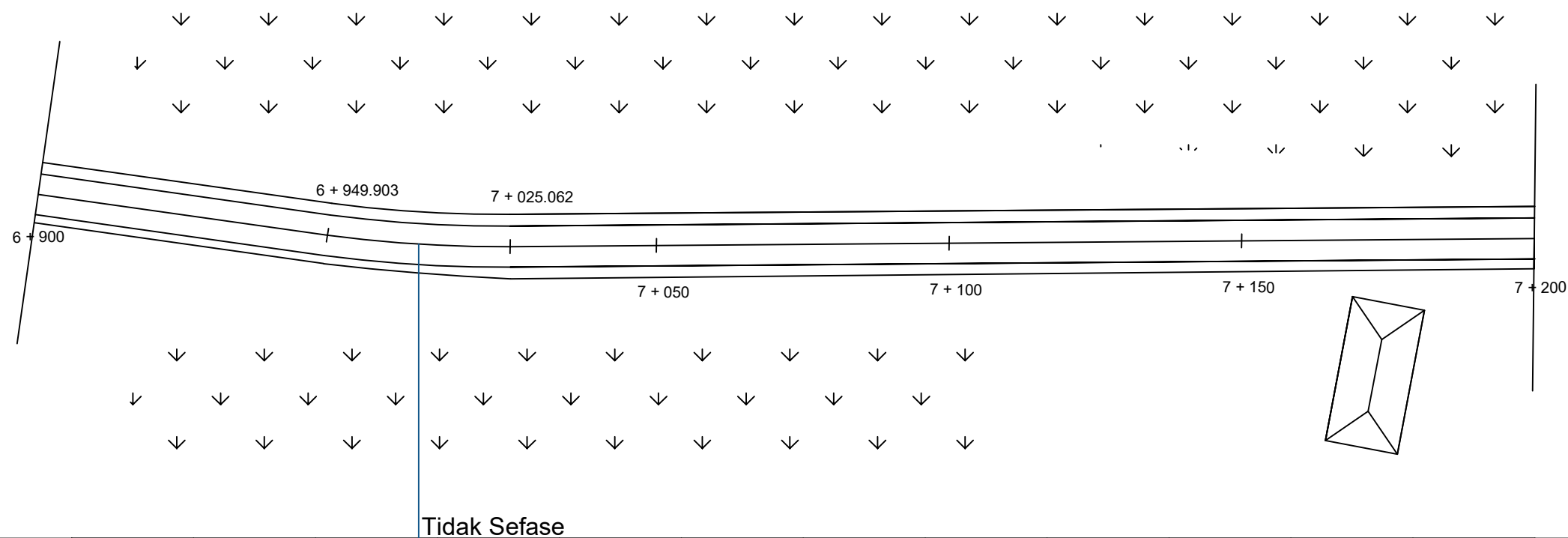
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
10	42

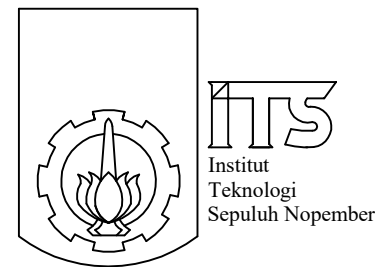
KETERANGAN :

———— : TEBAL PERKERASAN RENCANA

— — — — : DASAR SALURAN



ELEVASI FINISH GRADE	50.586	50.605	50.623	50.642	50.661	50.680	50.698	50.714	50.713	50.695	50.678	50.671
ELEVASI EKSTISTING	50.386	50.405	50.423	50.442	50.461	50.480	50.498	50.514	50.513	50.496	50.478	50.471



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

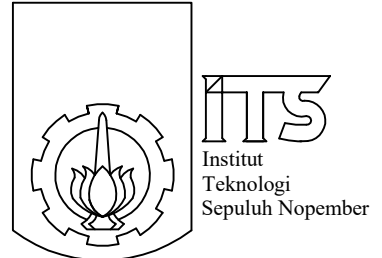
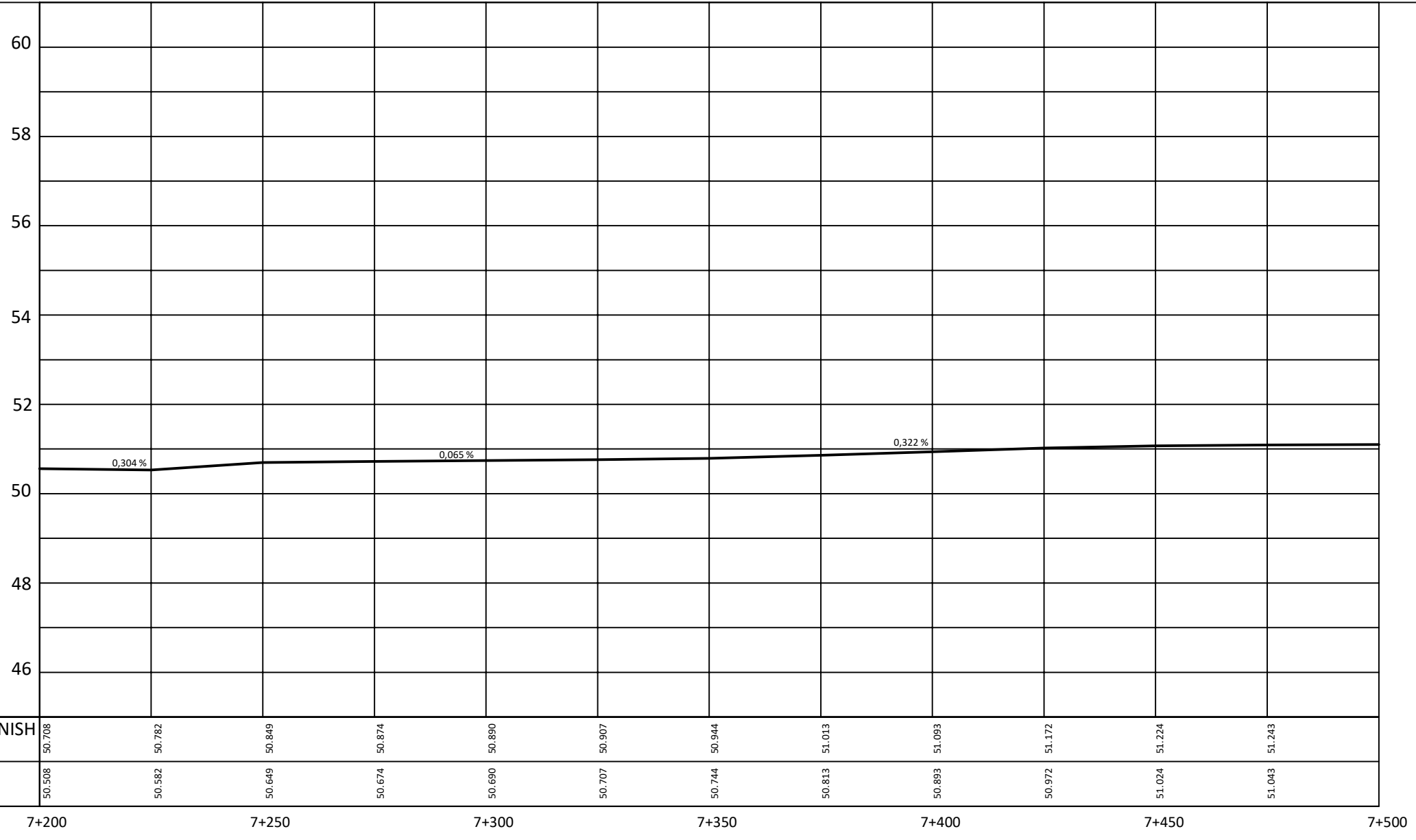
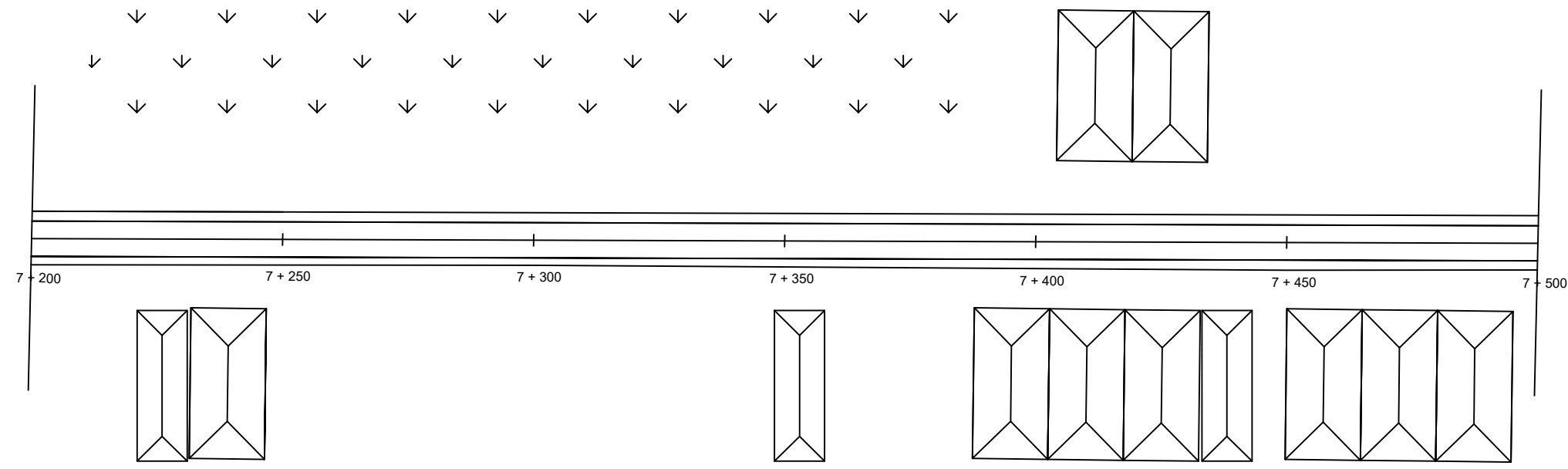
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
11	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
- - - : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

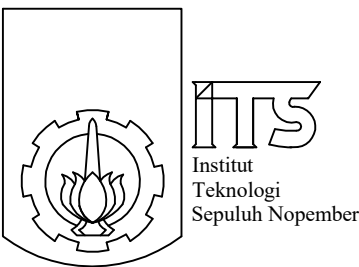
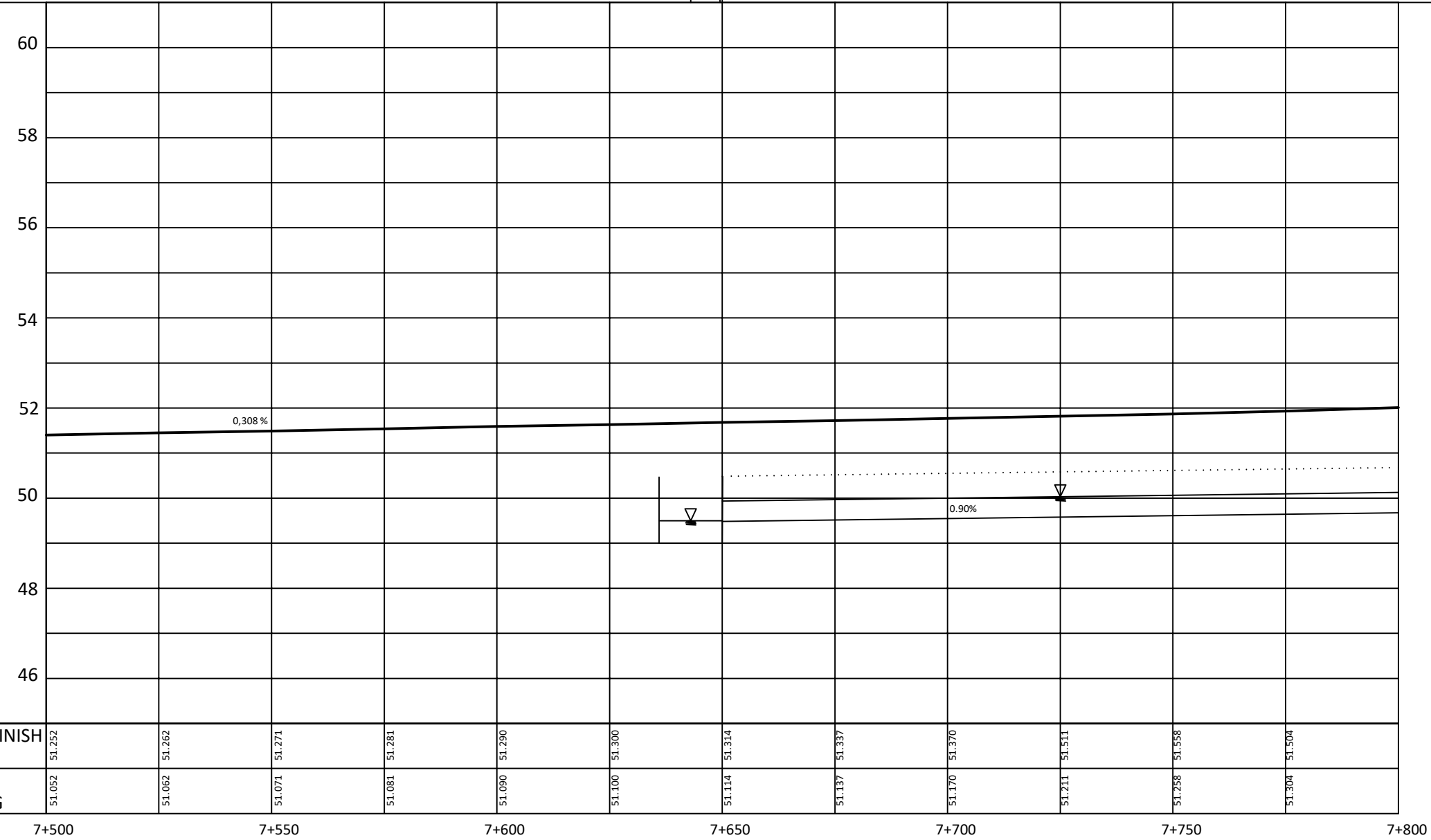
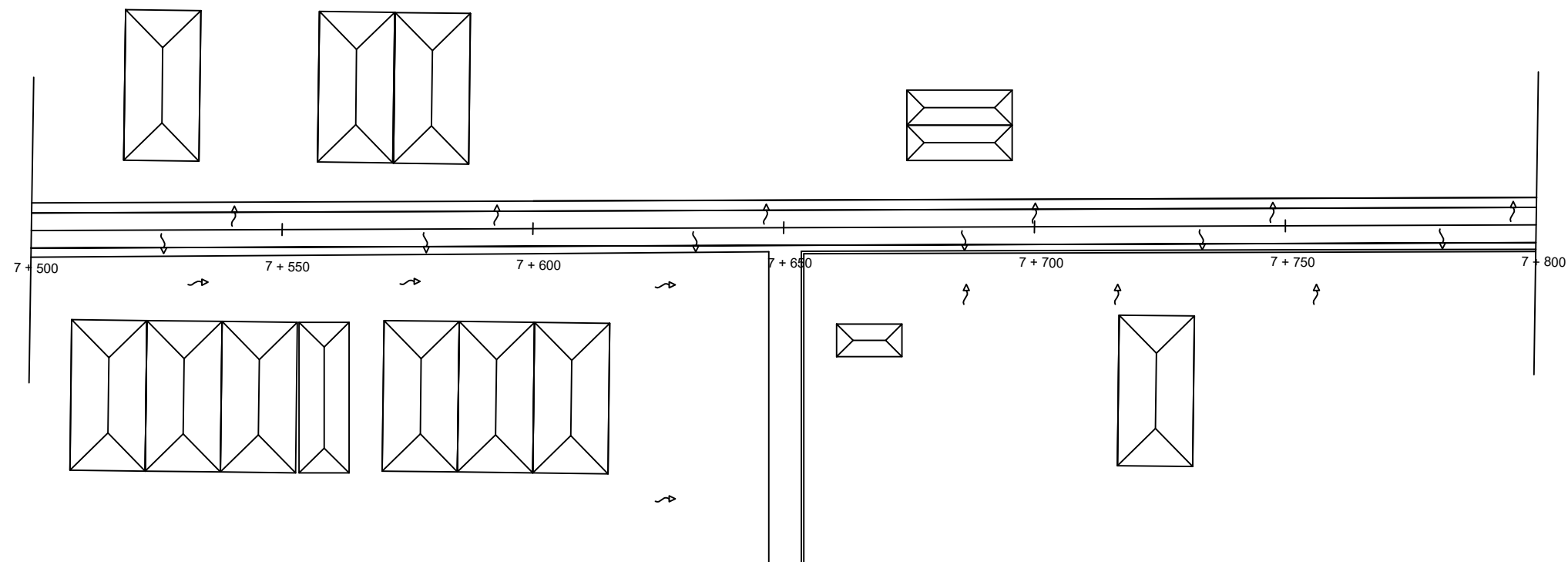
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
12	42

KETERANGAN :

———— : TEBAL PERKERASAN RENCANA

— — — : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

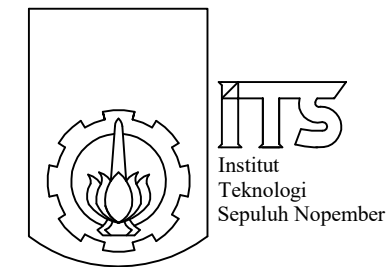
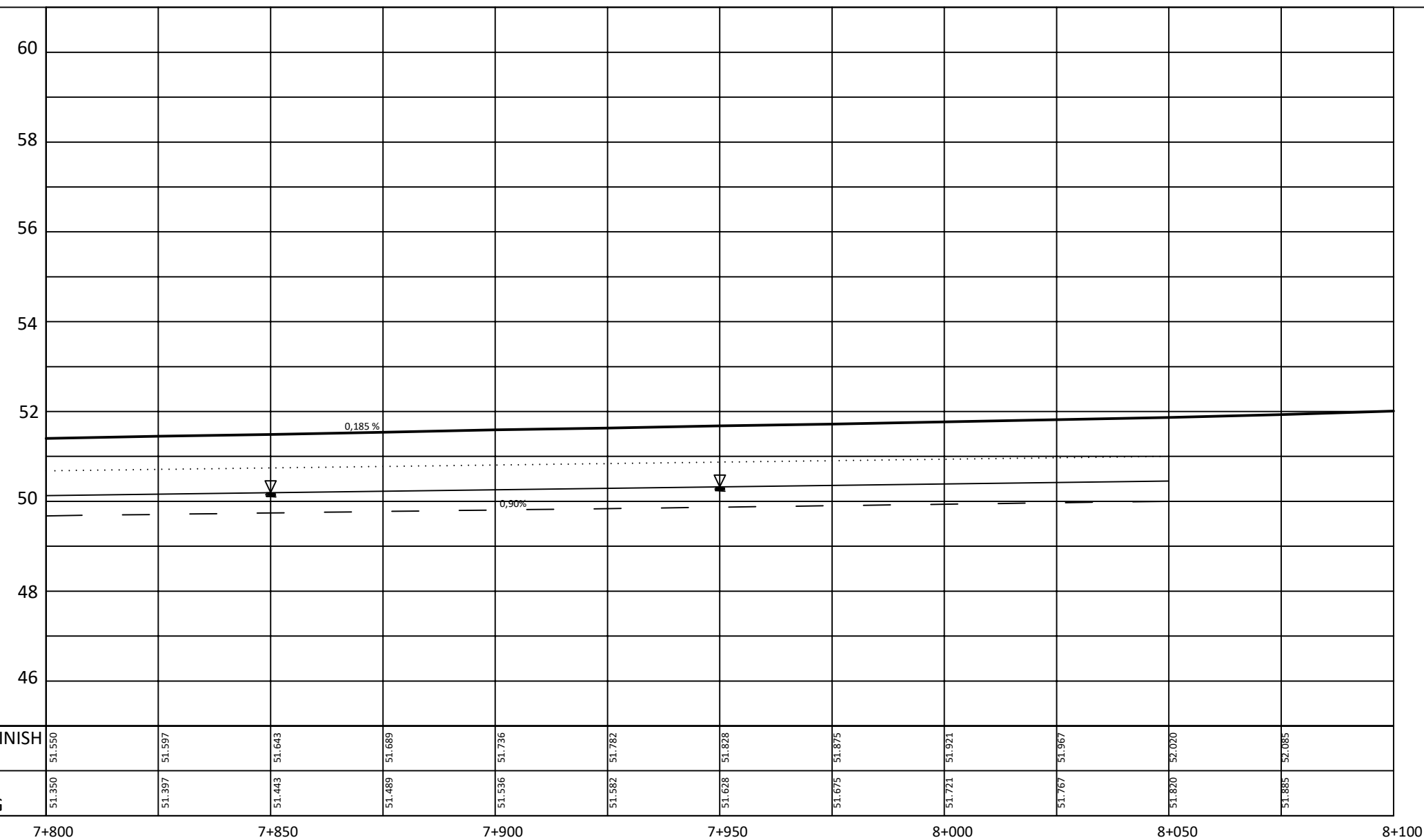
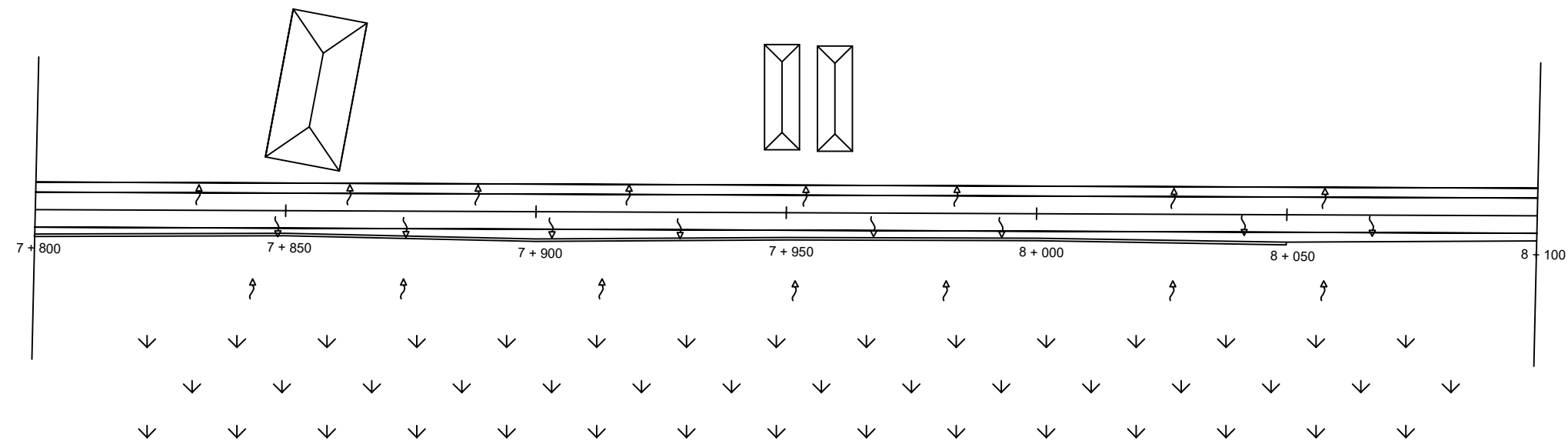
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
13	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
- - - : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

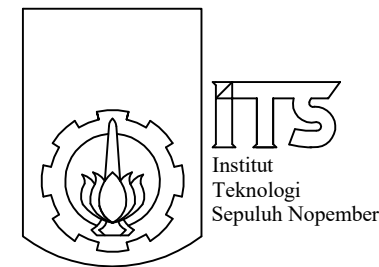
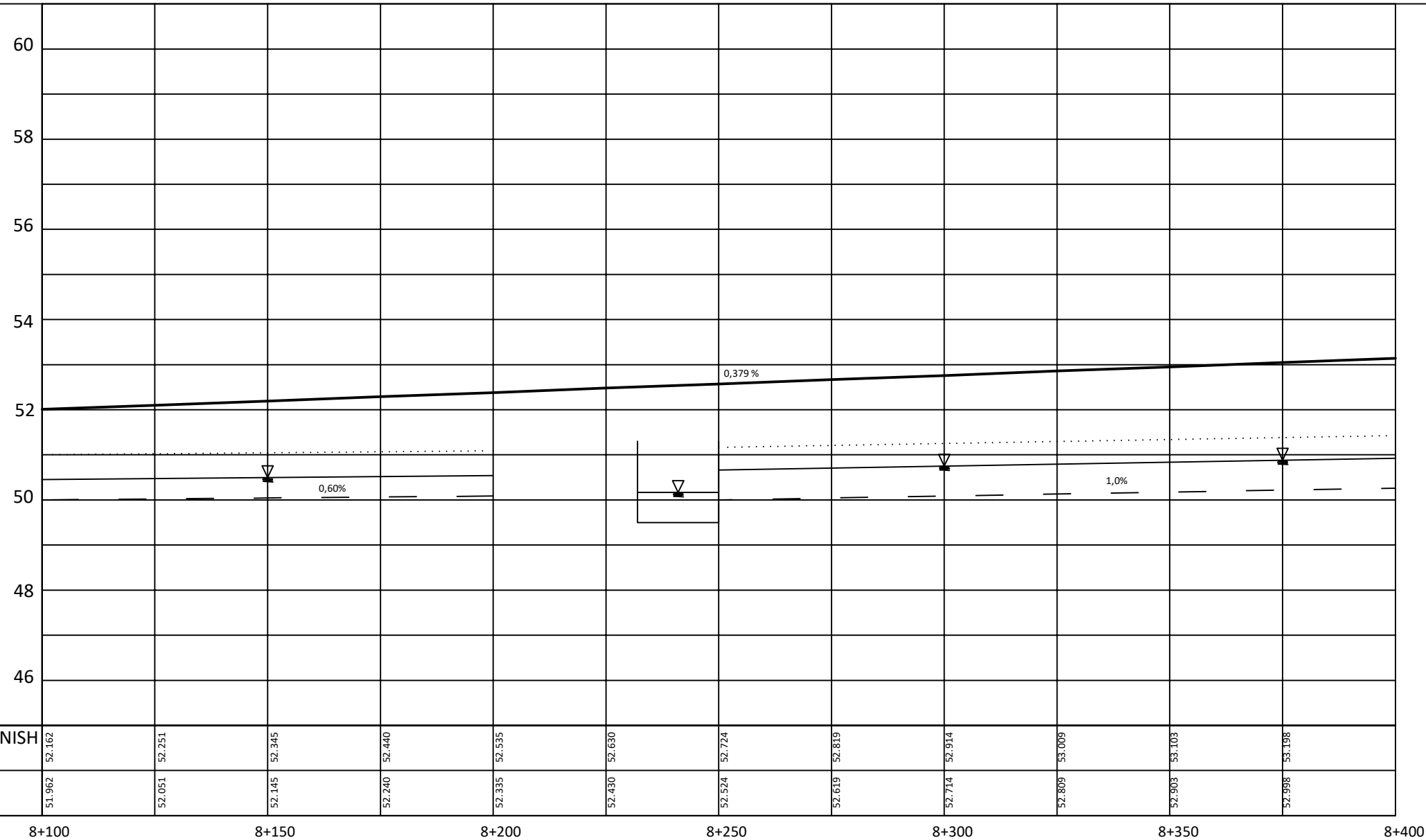
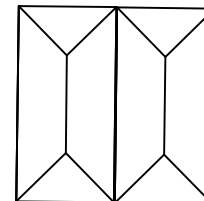
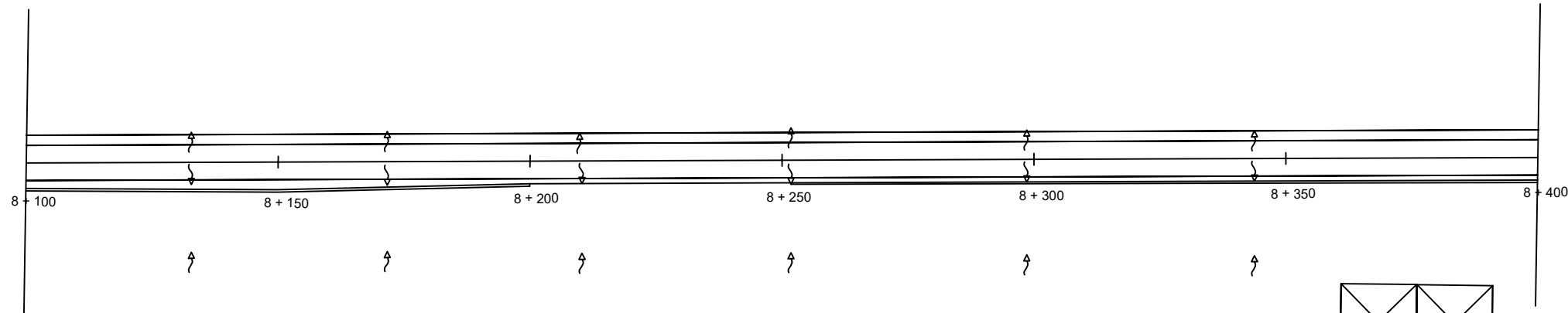
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
14	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
—— : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

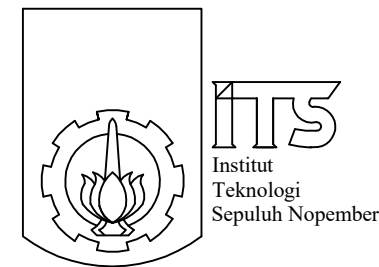
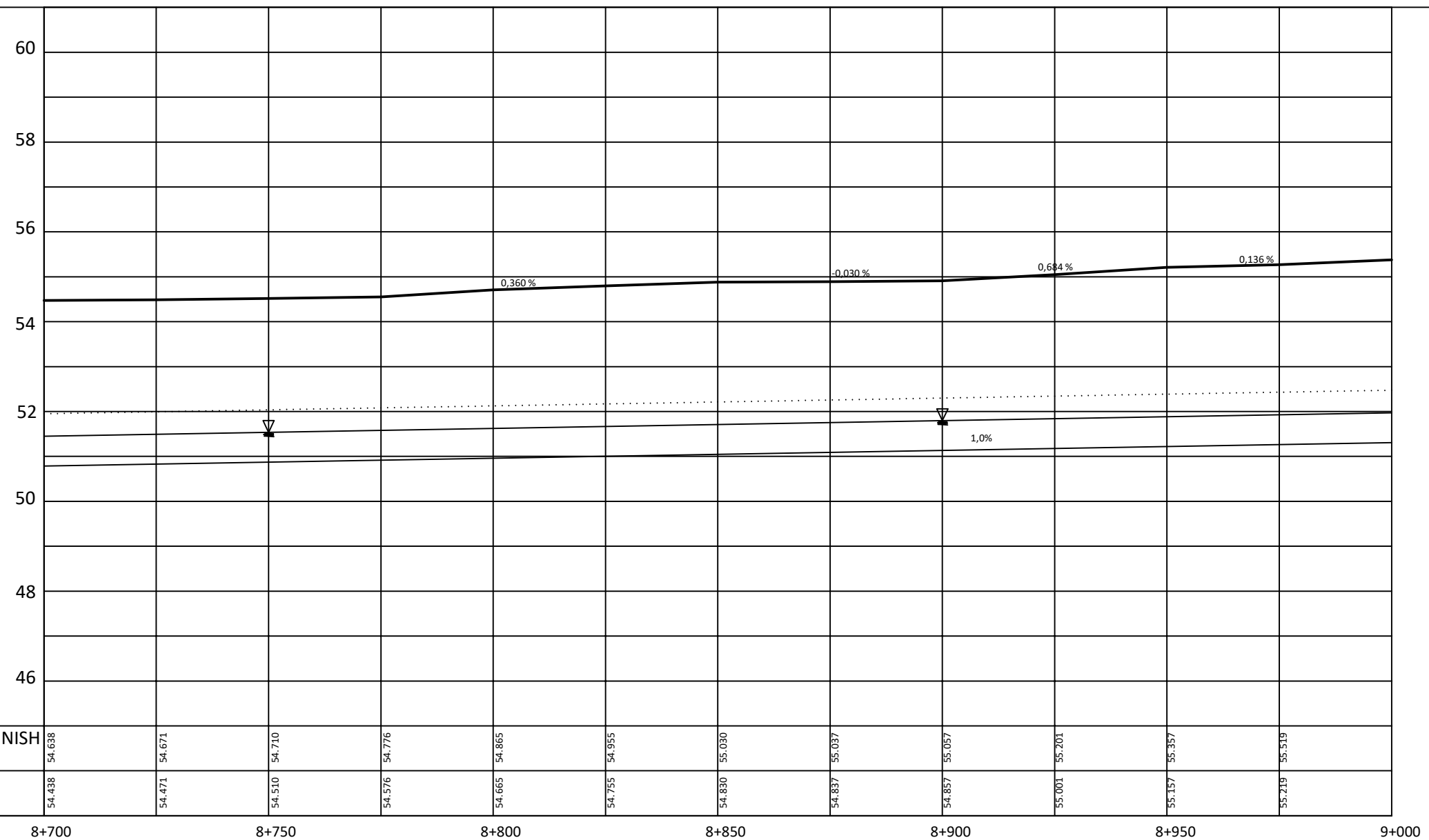
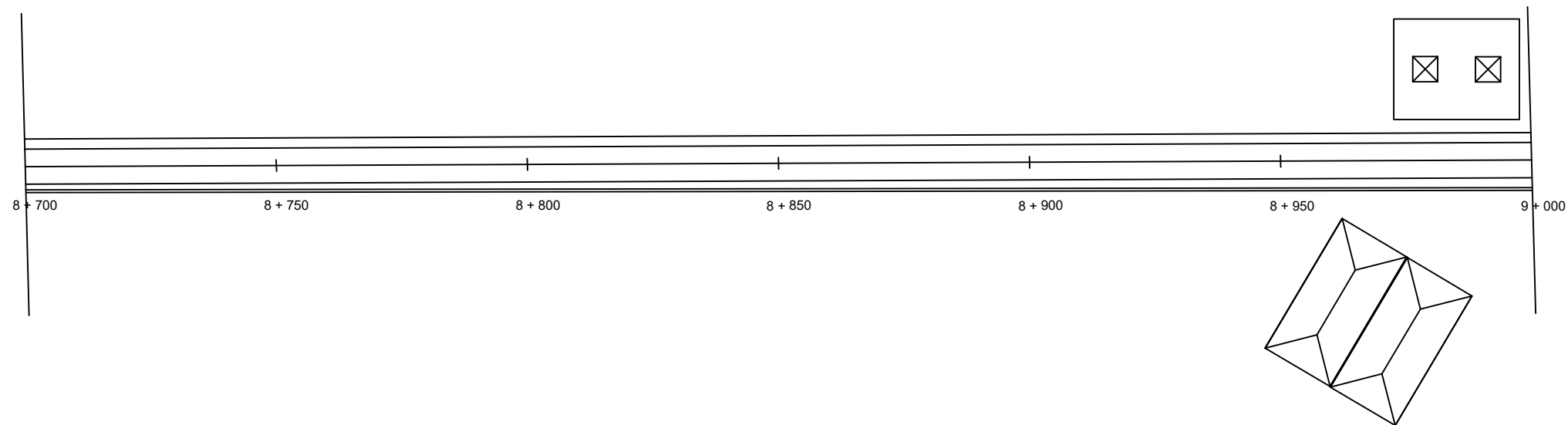
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
15	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
- - - : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

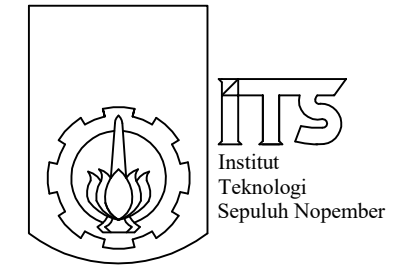
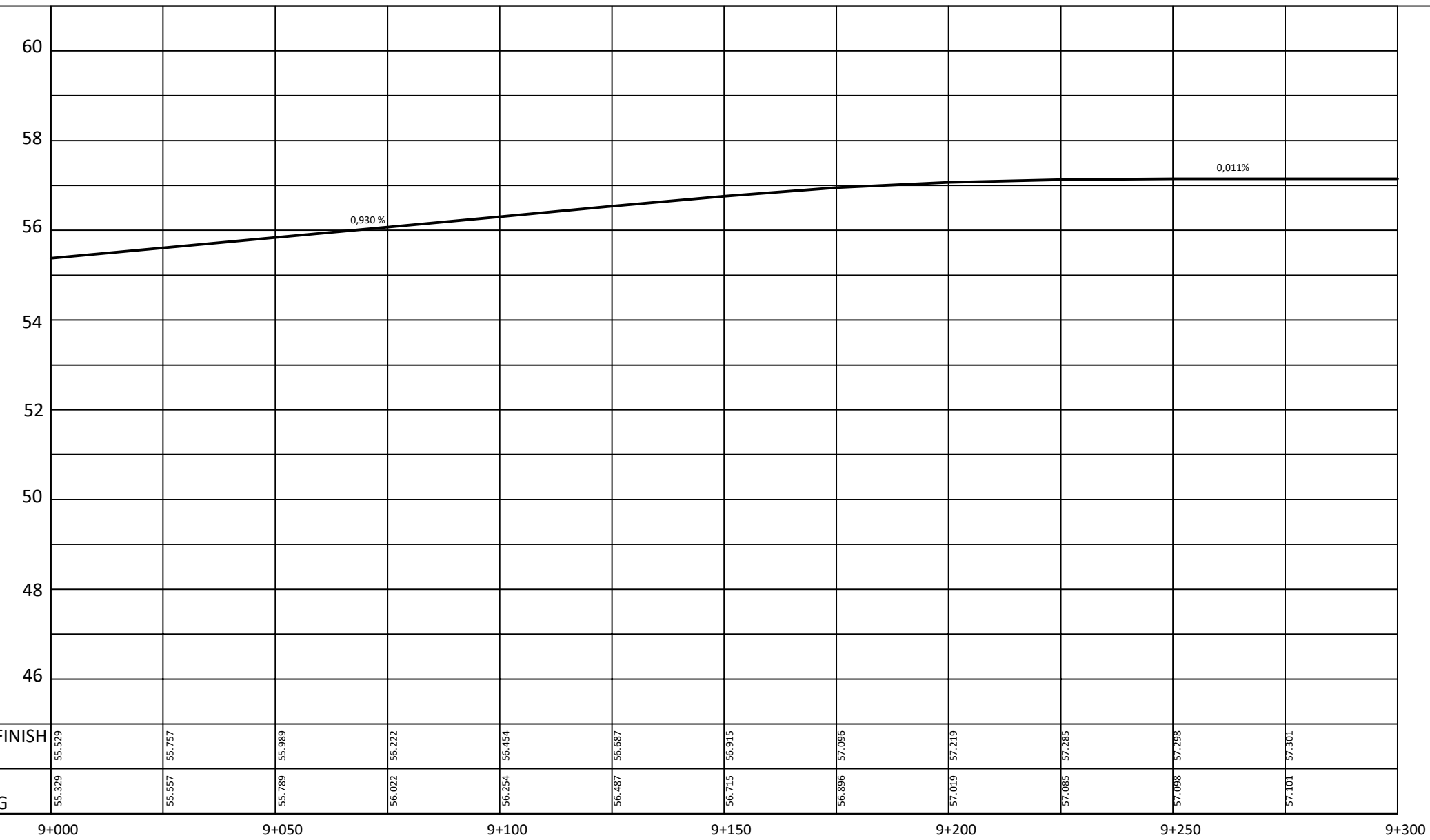
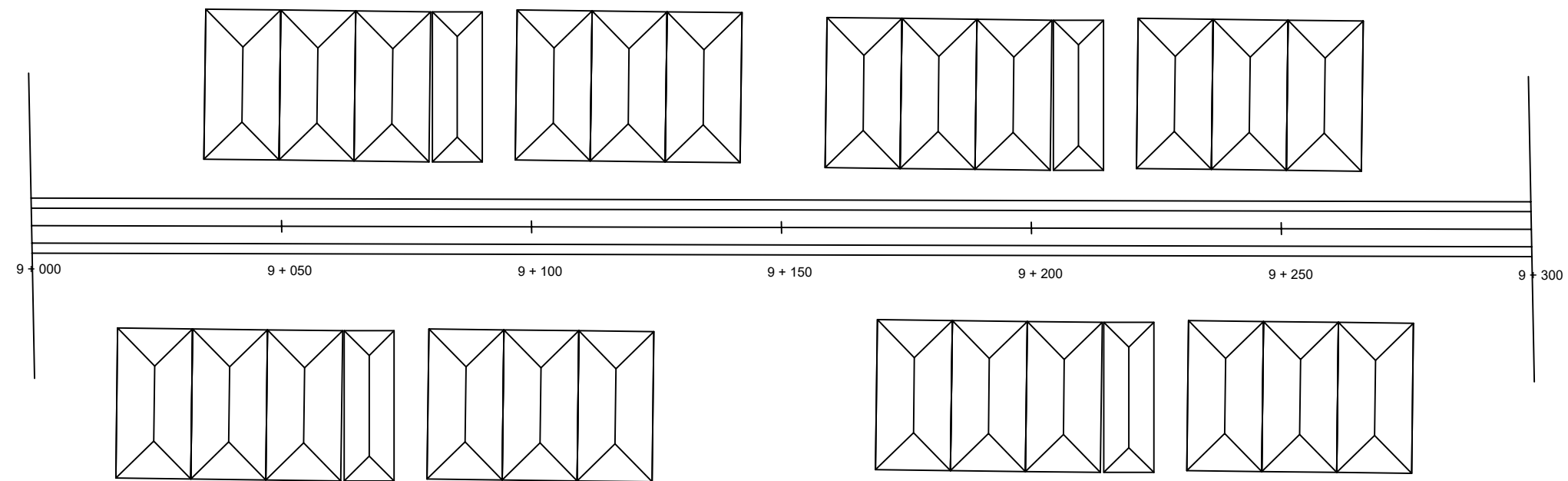
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
17	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
- - - : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

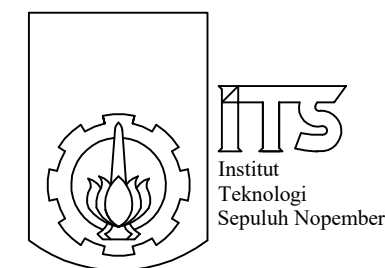
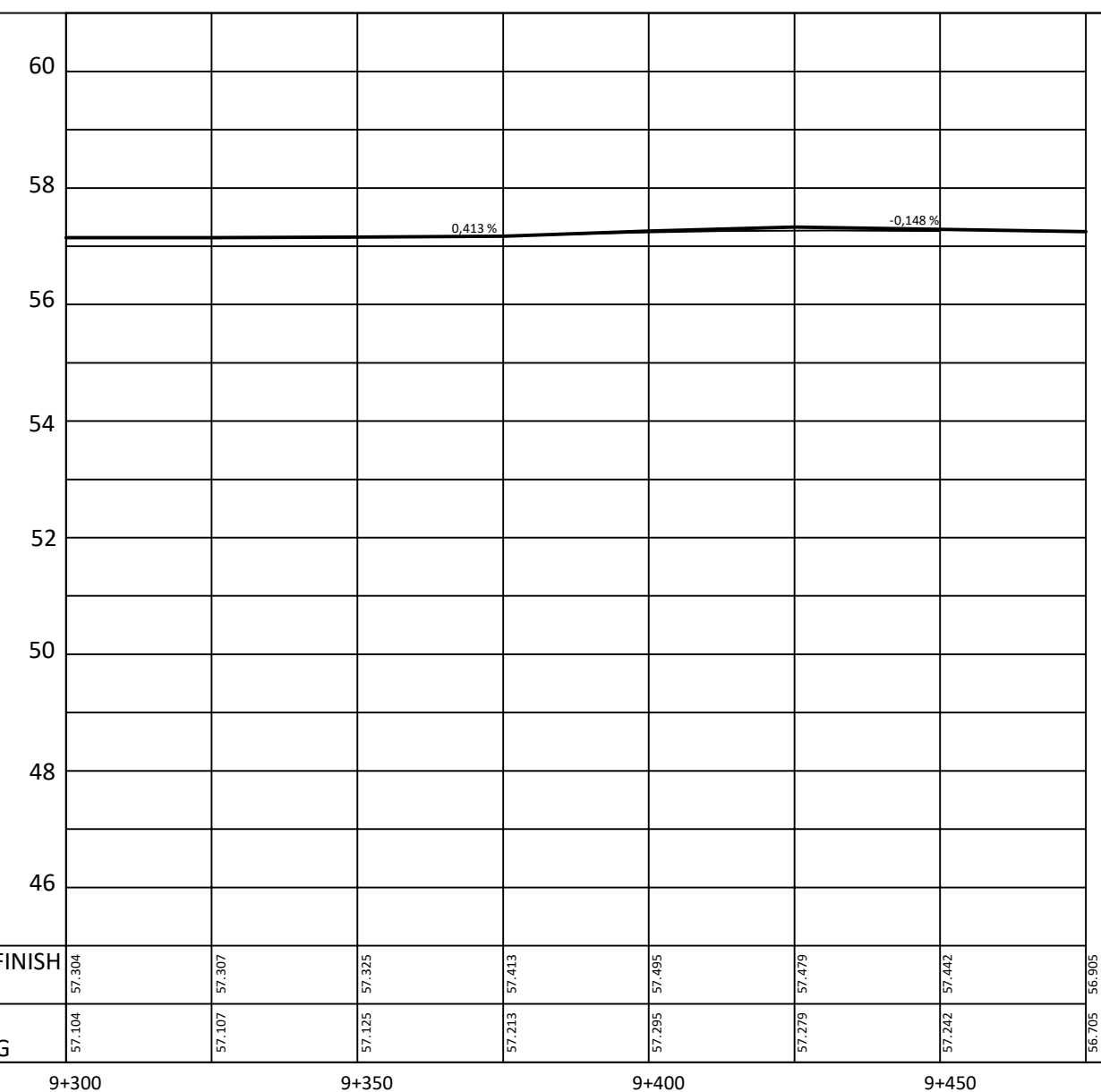
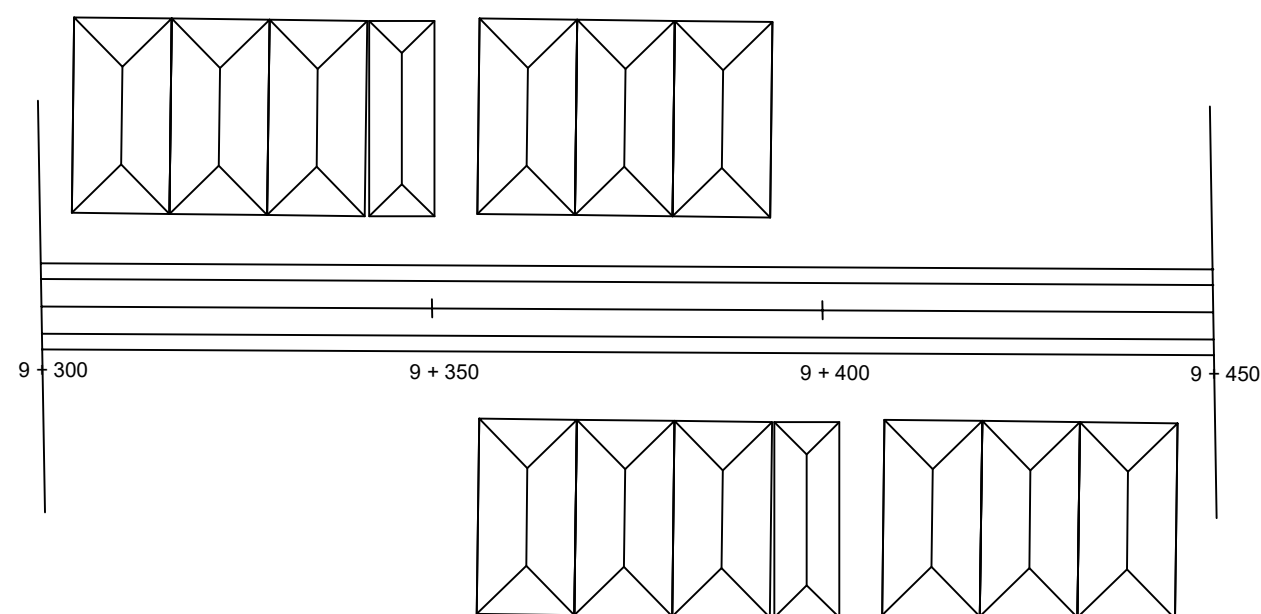
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
18	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
- - - : DASAR SALURAN



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Long Section	V = 1:100 H = 1:1000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

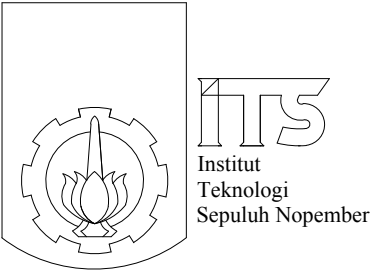
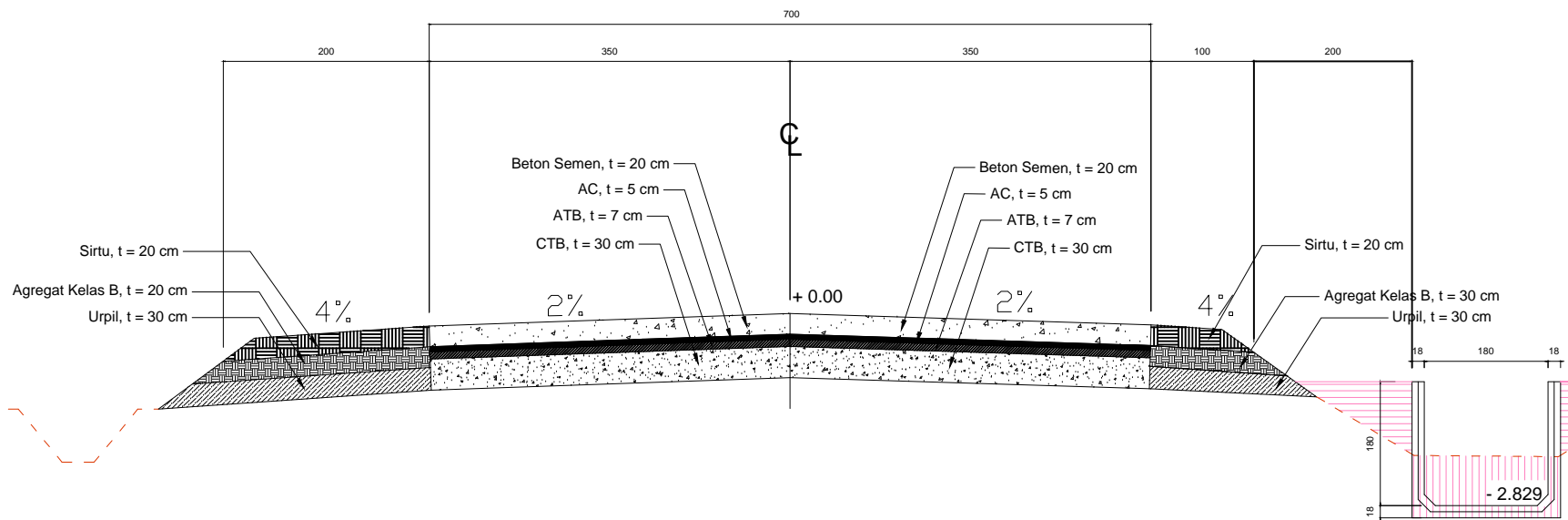
FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
19	42

KETERANGAN :
—— : TEBAL PERKERASAN RENCANA
— — — : DASAR SALURAN

TYPICAL CROSS SECTION



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

SKALA

Cross Section

1:75

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN

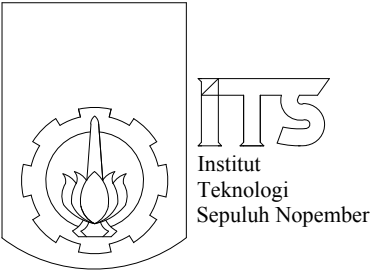
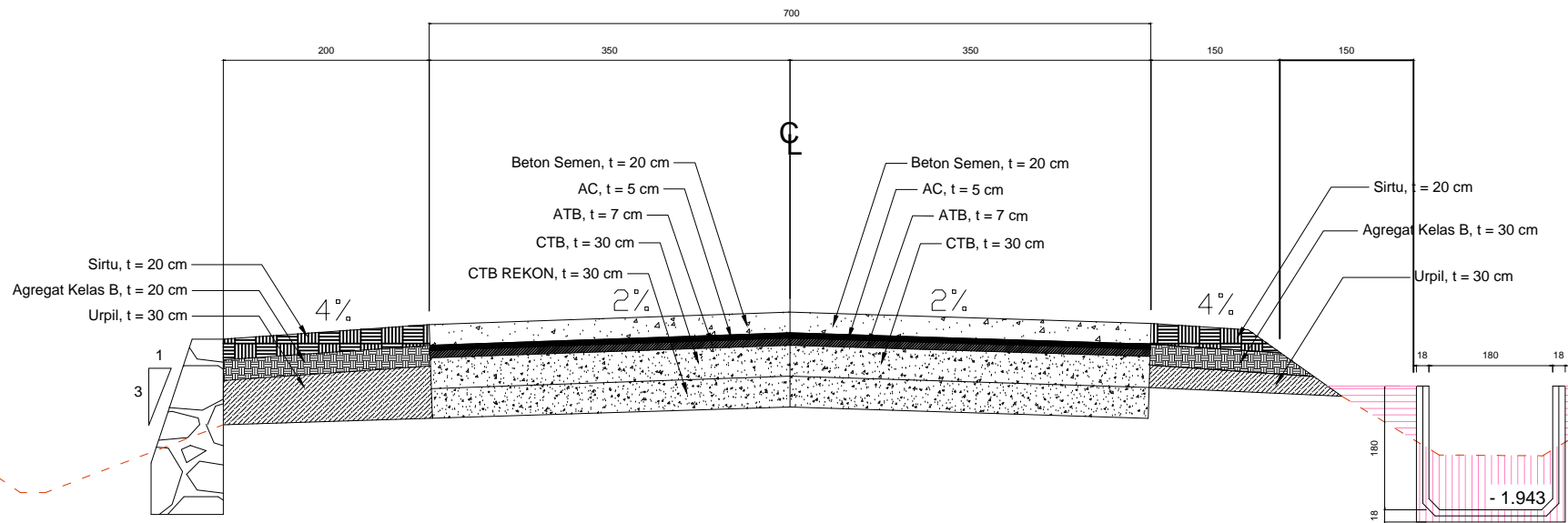
JUMLAH HALAMAN

20

42

KETERANGAN :

TYPICAL CROSS SECTION



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

SKALA

Cross Section

1:75

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

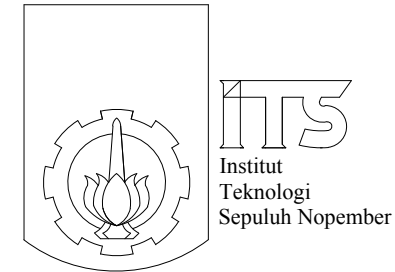
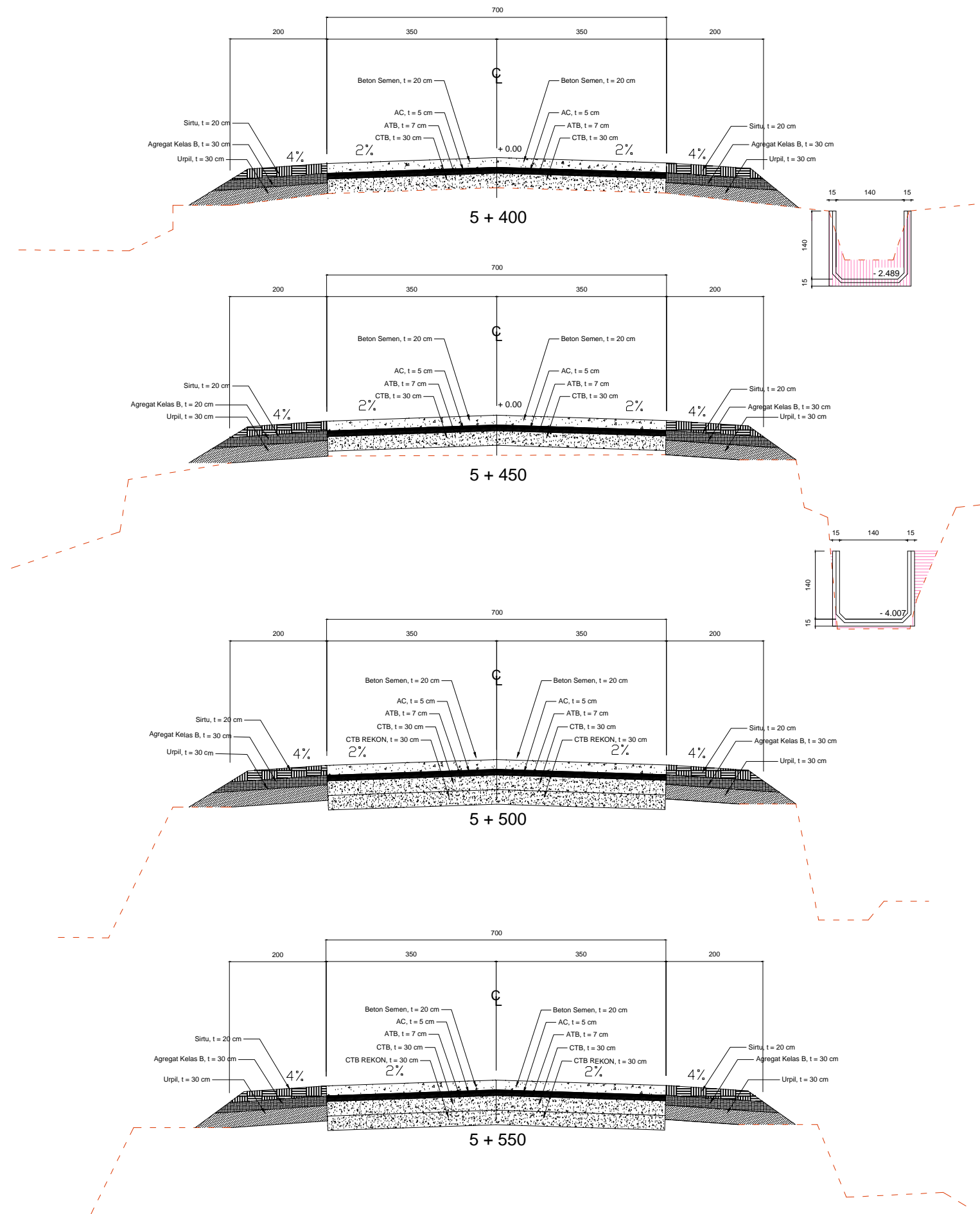
NOMOR HALAMAN

JUMLAH HALAMAN

21

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

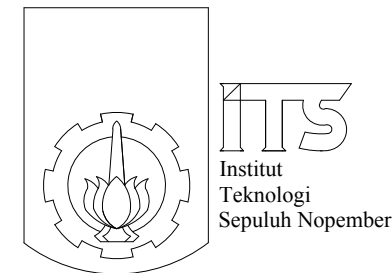
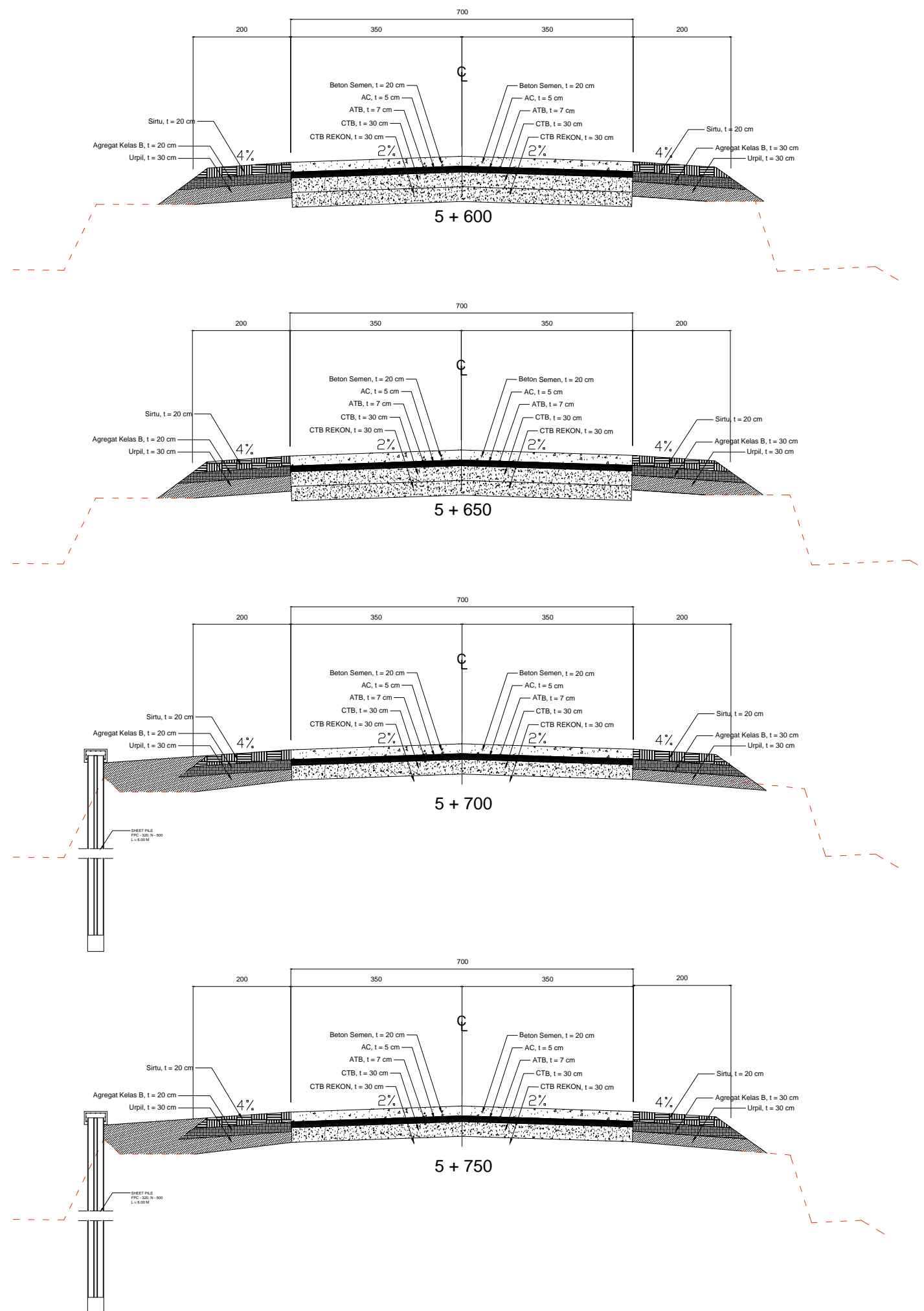
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
22	42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Cross Section

SKALA

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

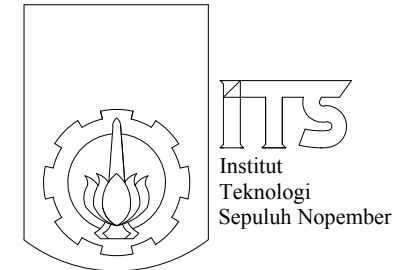
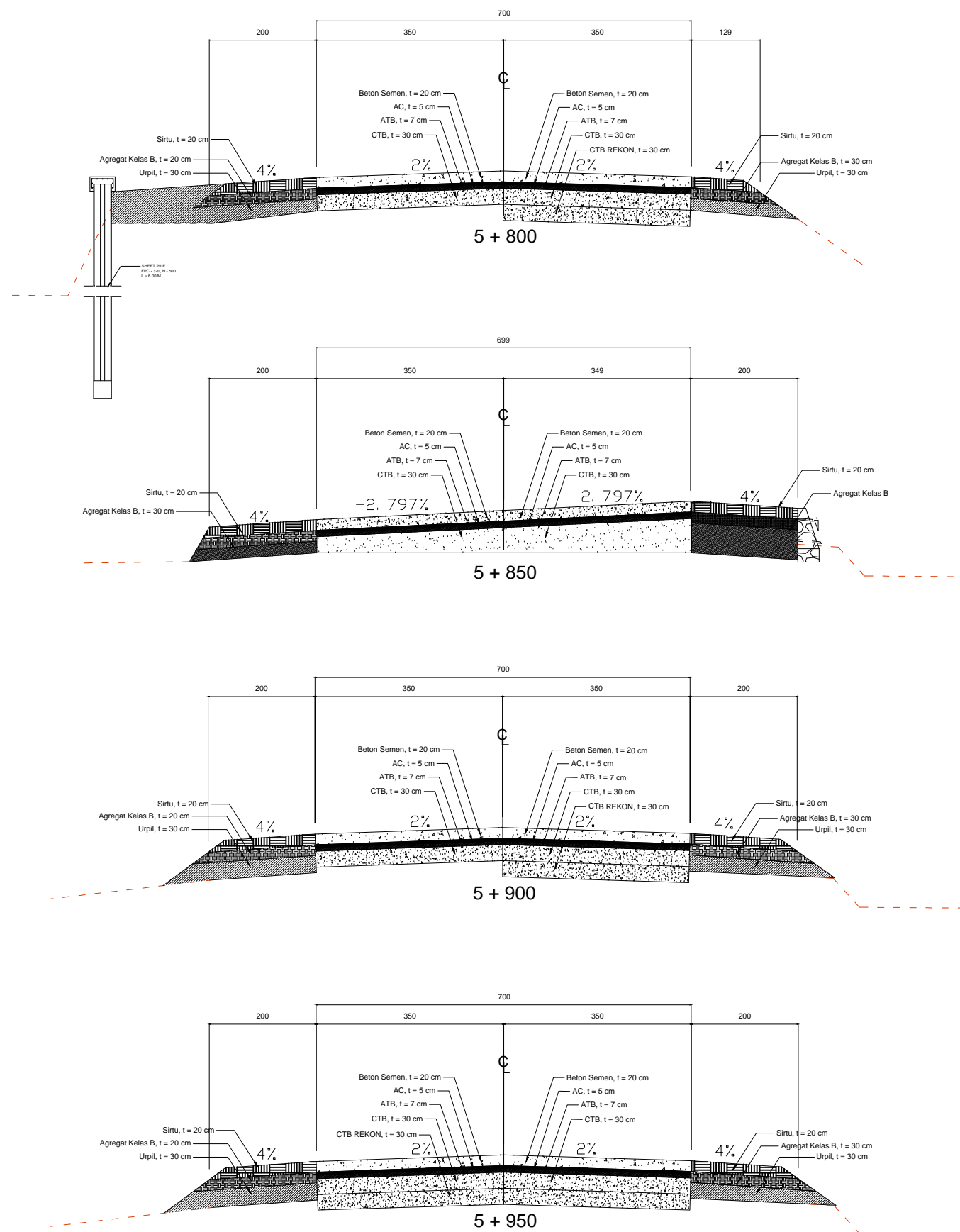
NOMOR HALAMAN

23

JUMLAH HALAMAN

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR SKALA

Cross Section 1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

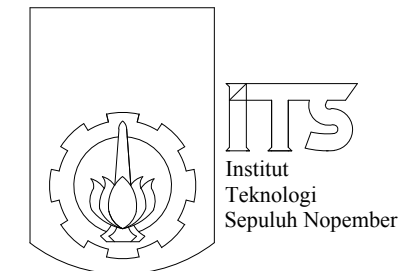
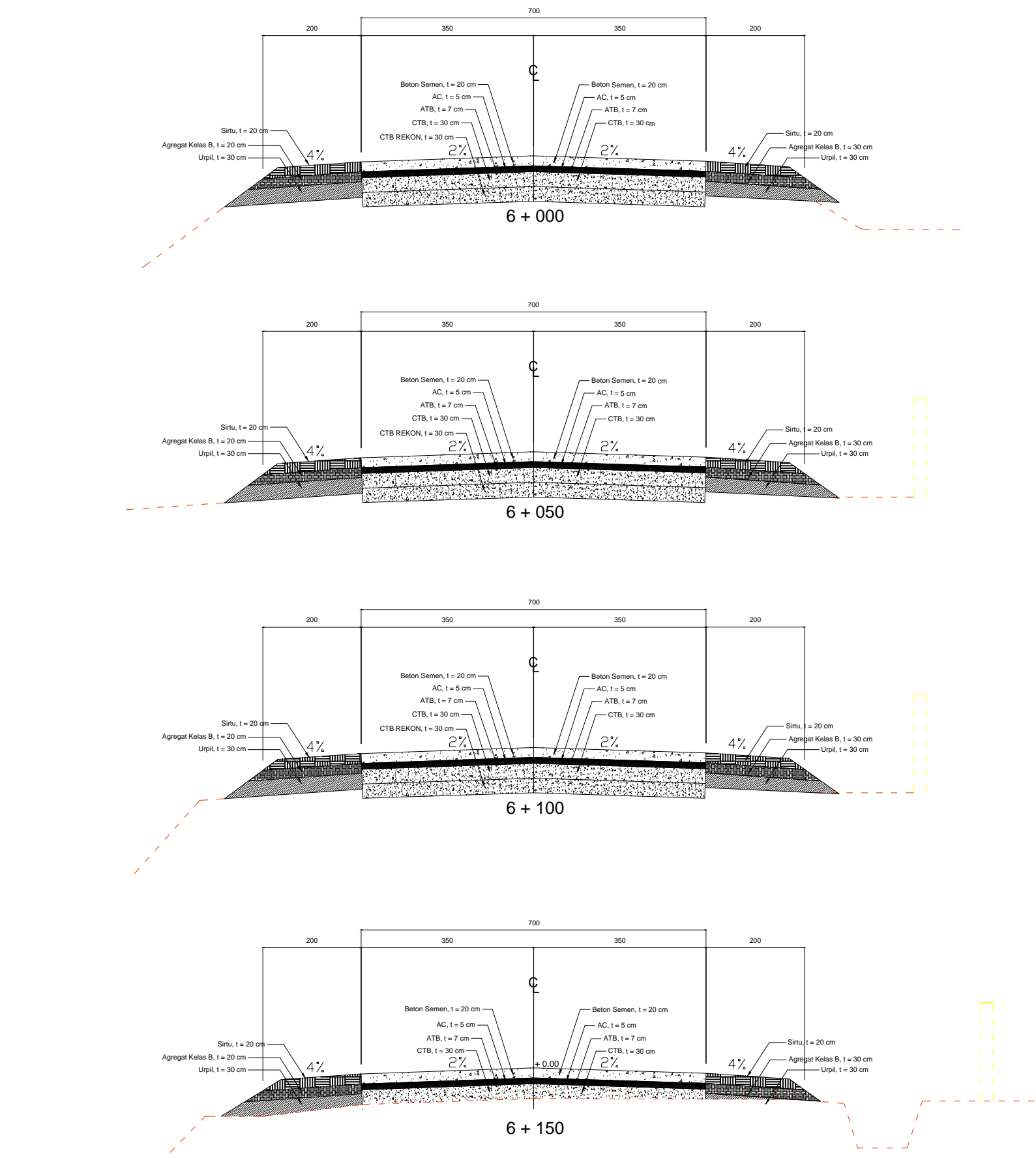
FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

24 42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

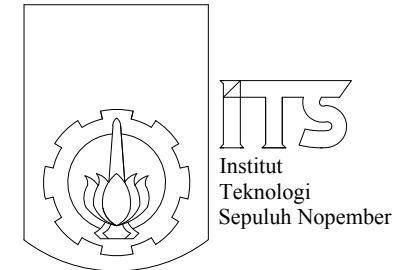
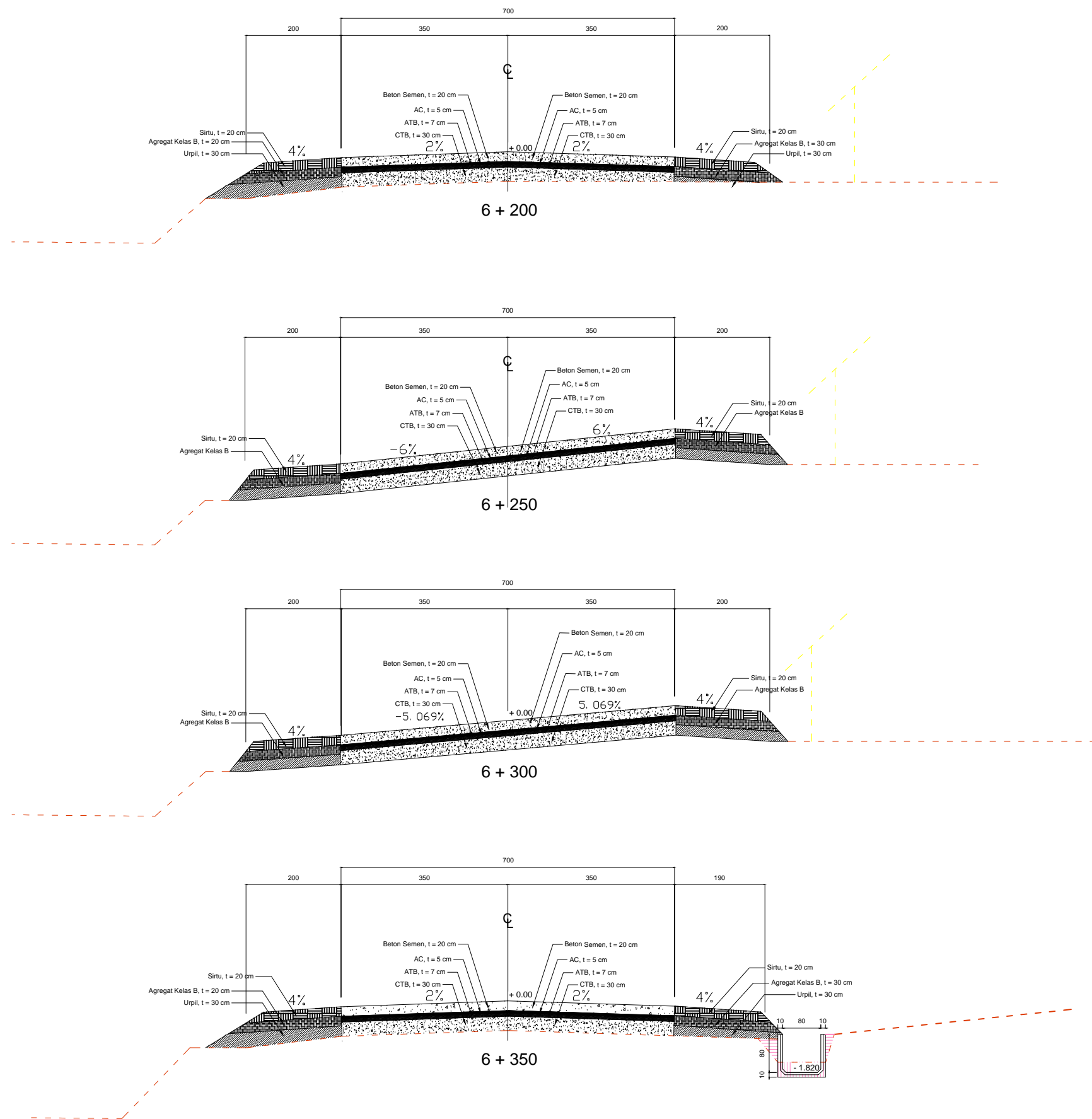
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
25	42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Cross Section

SKALA

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

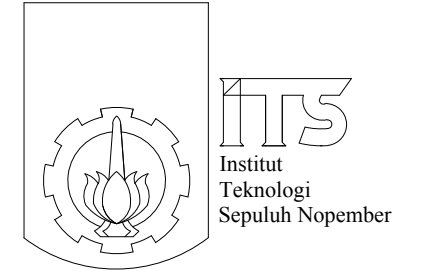
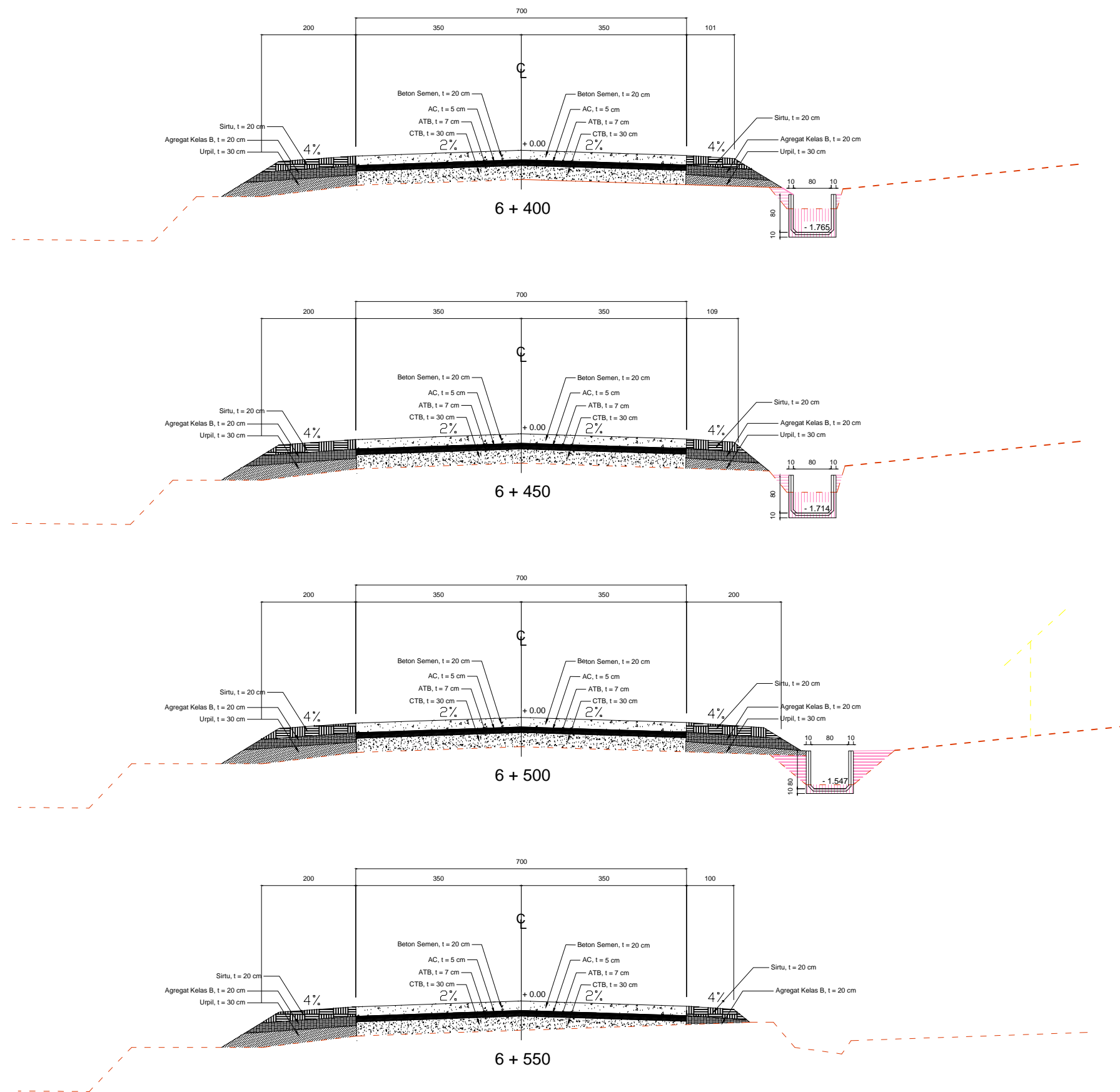
NOMOR HALAMAN

26

JUMLAH HALAMAN

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Cross Section

SKALA

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

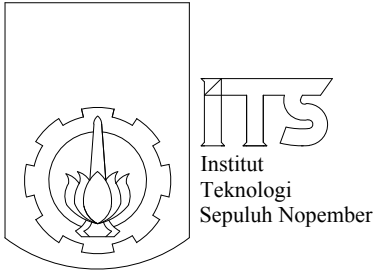
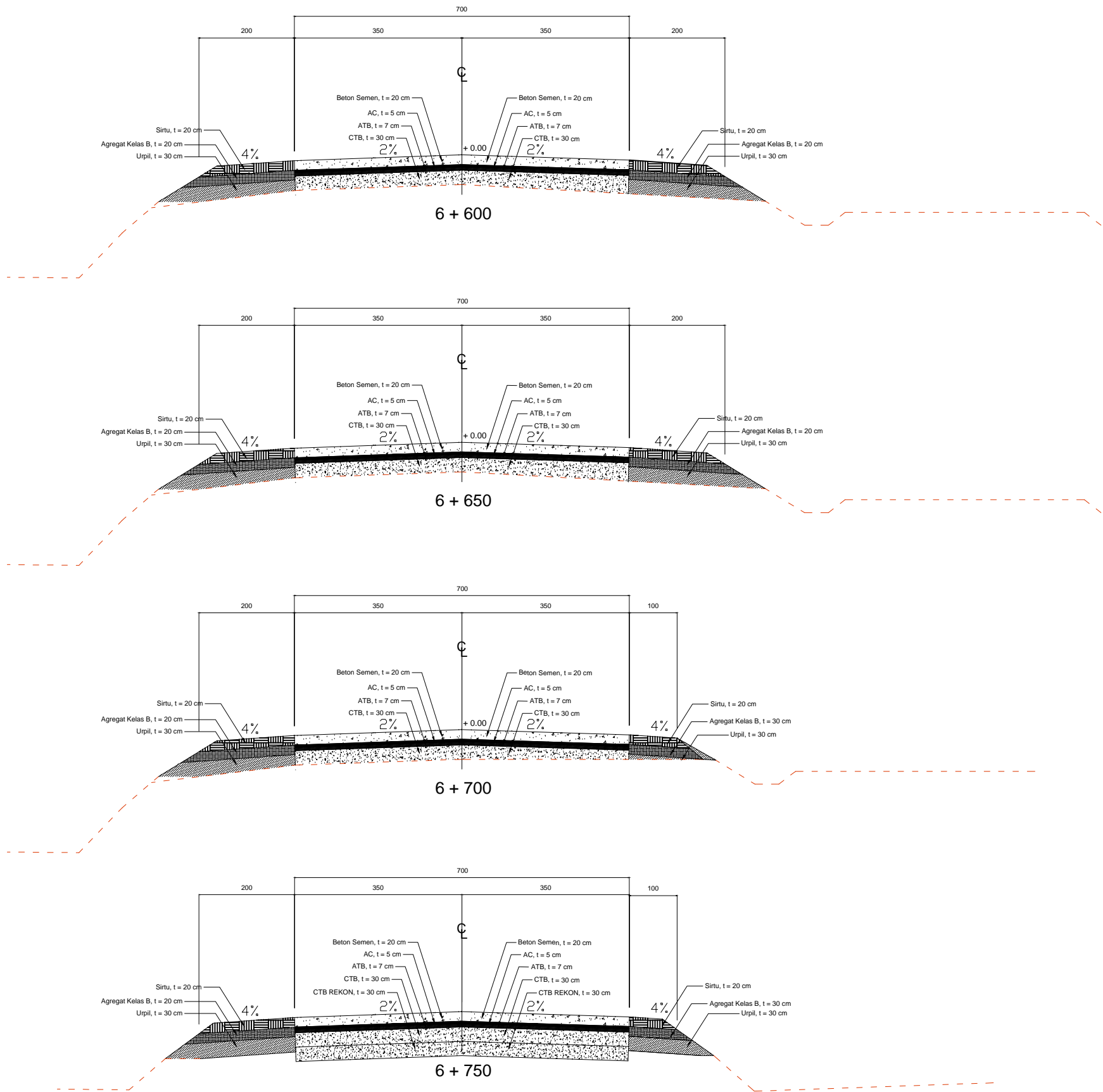
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

27

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

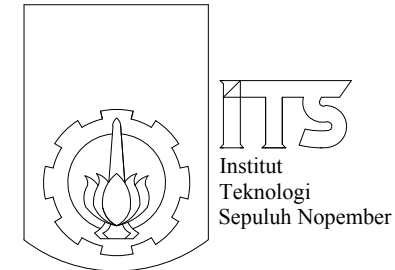
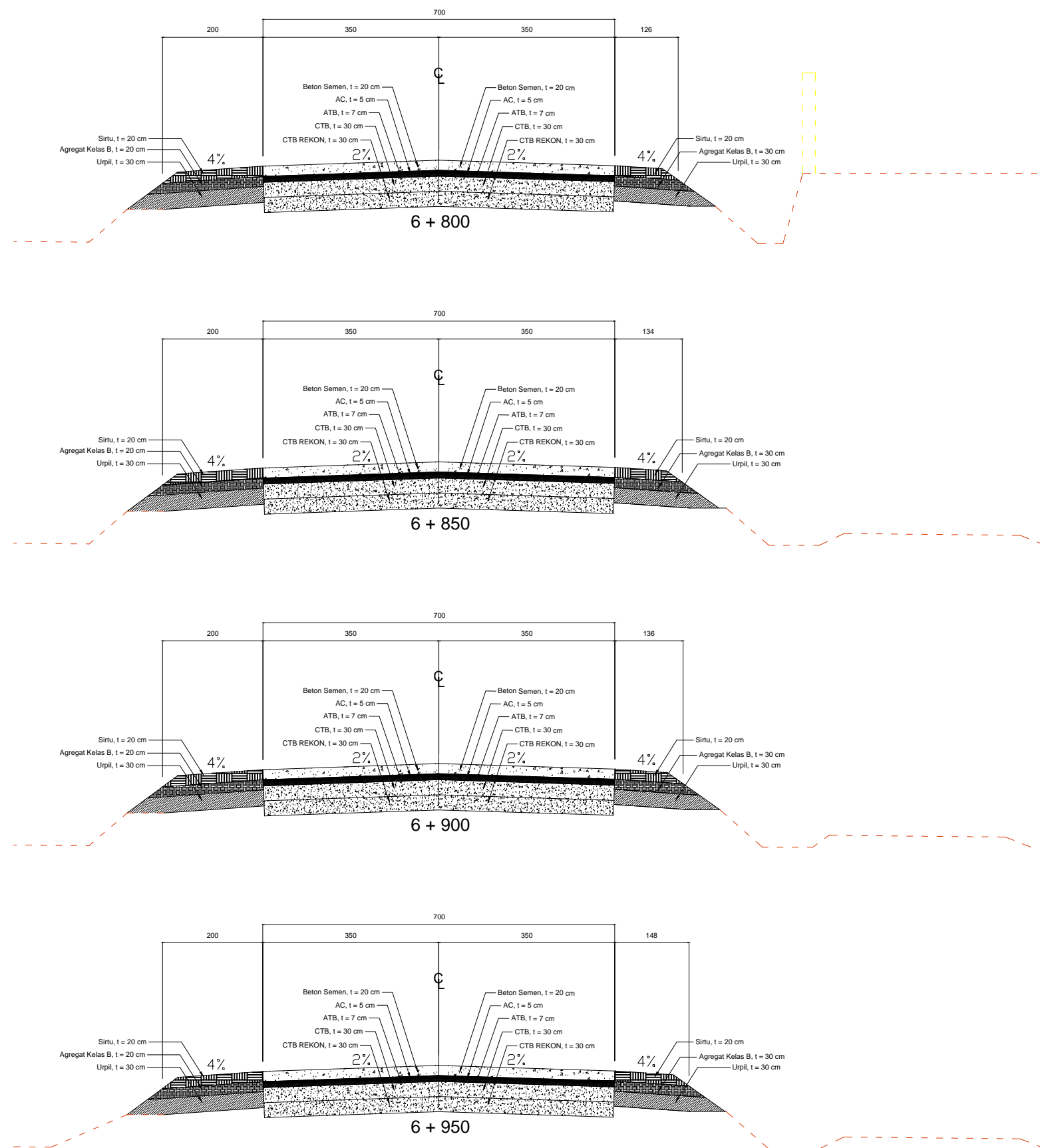
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
28	42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

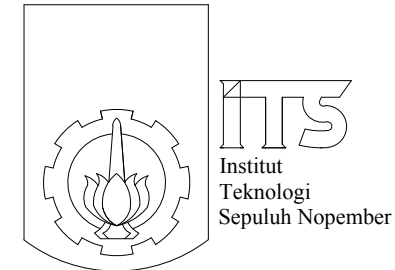
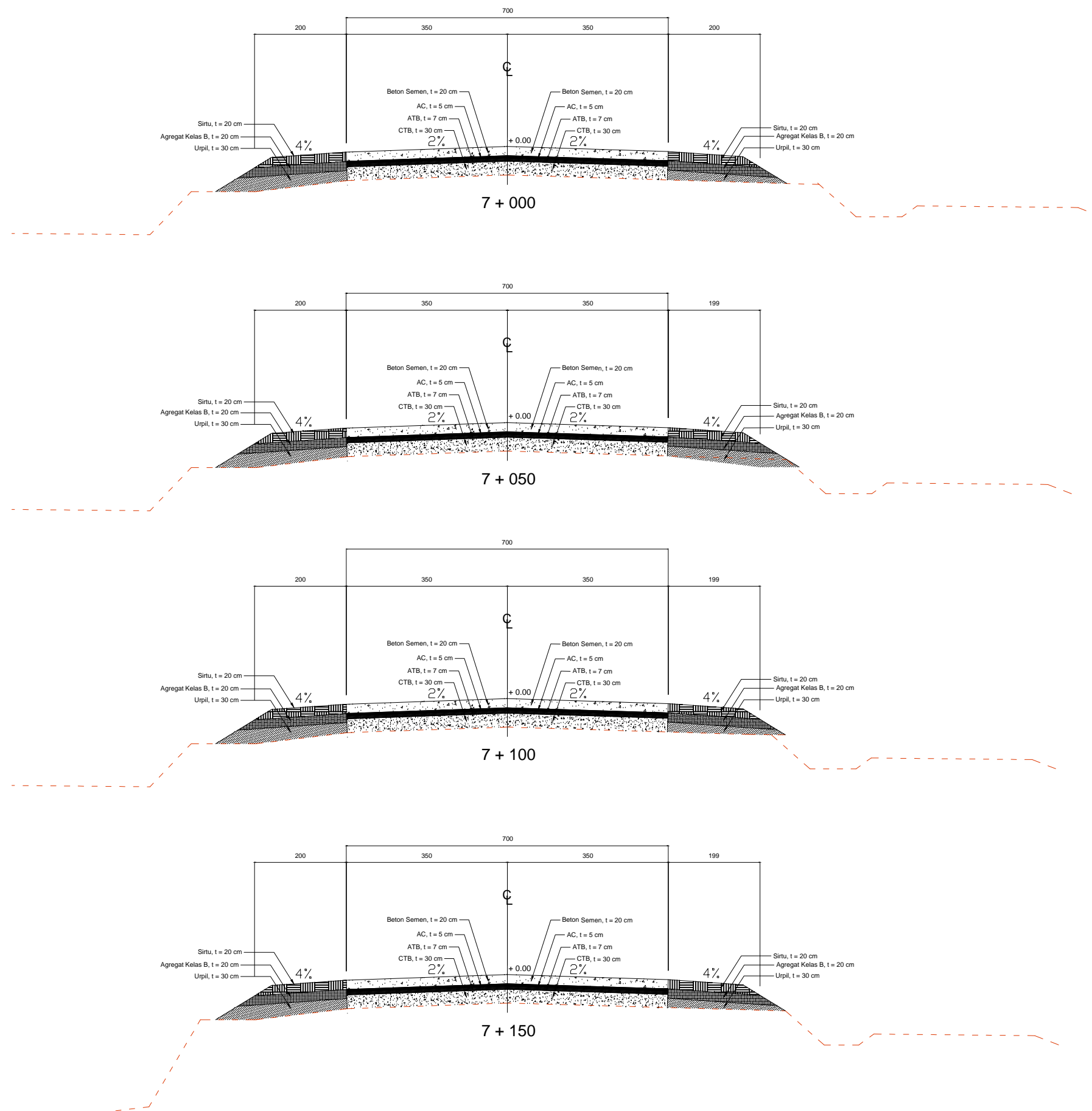
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
29	42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Cross Section

SKALA

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

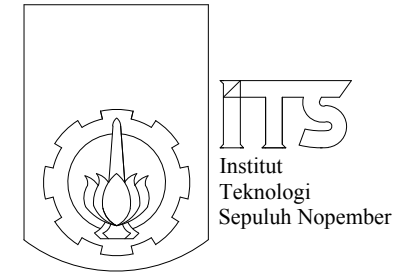
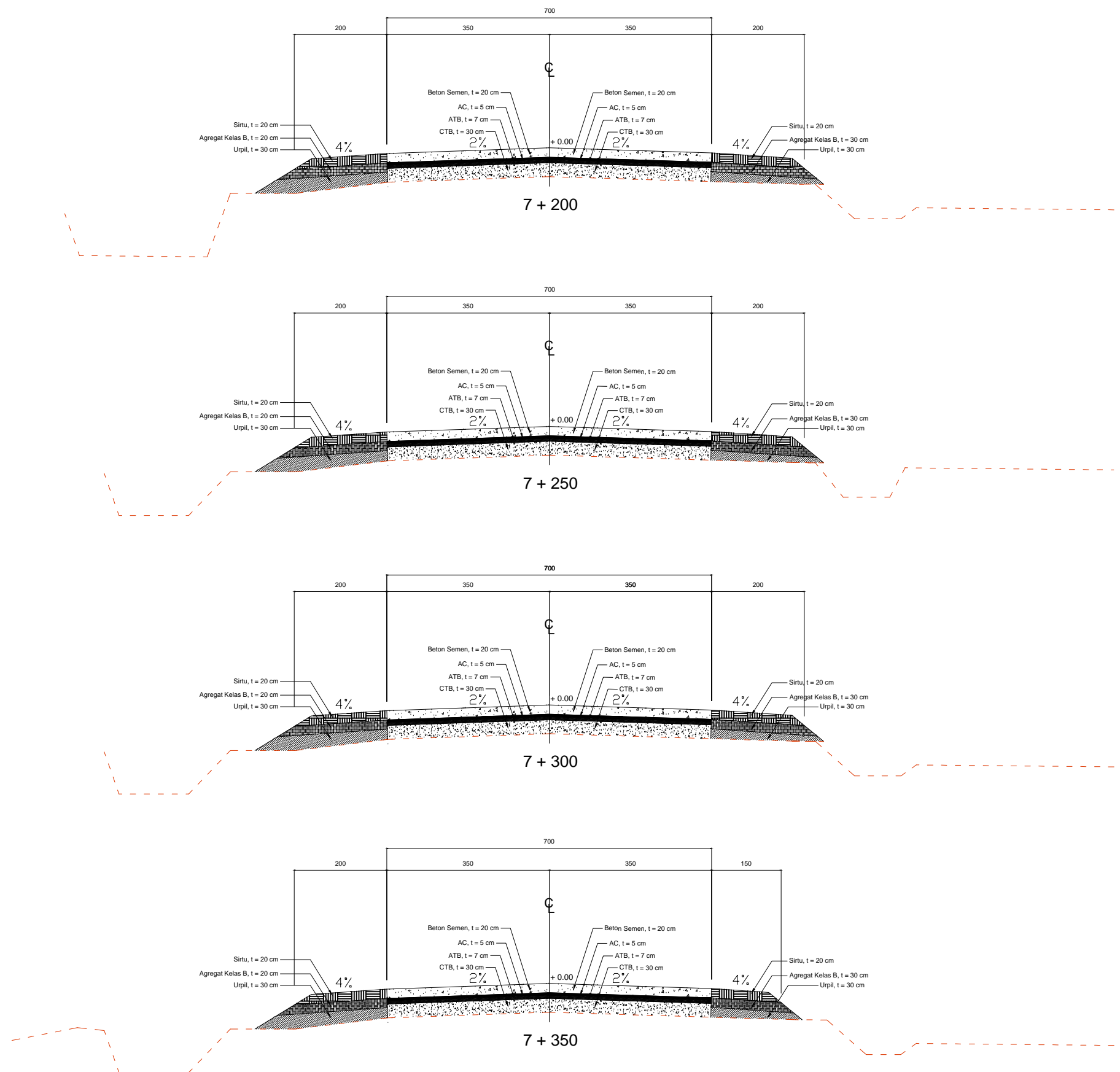
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

30

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR SKALA

Cross Section 1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

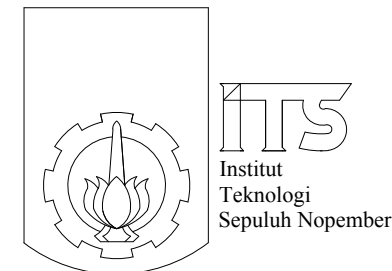
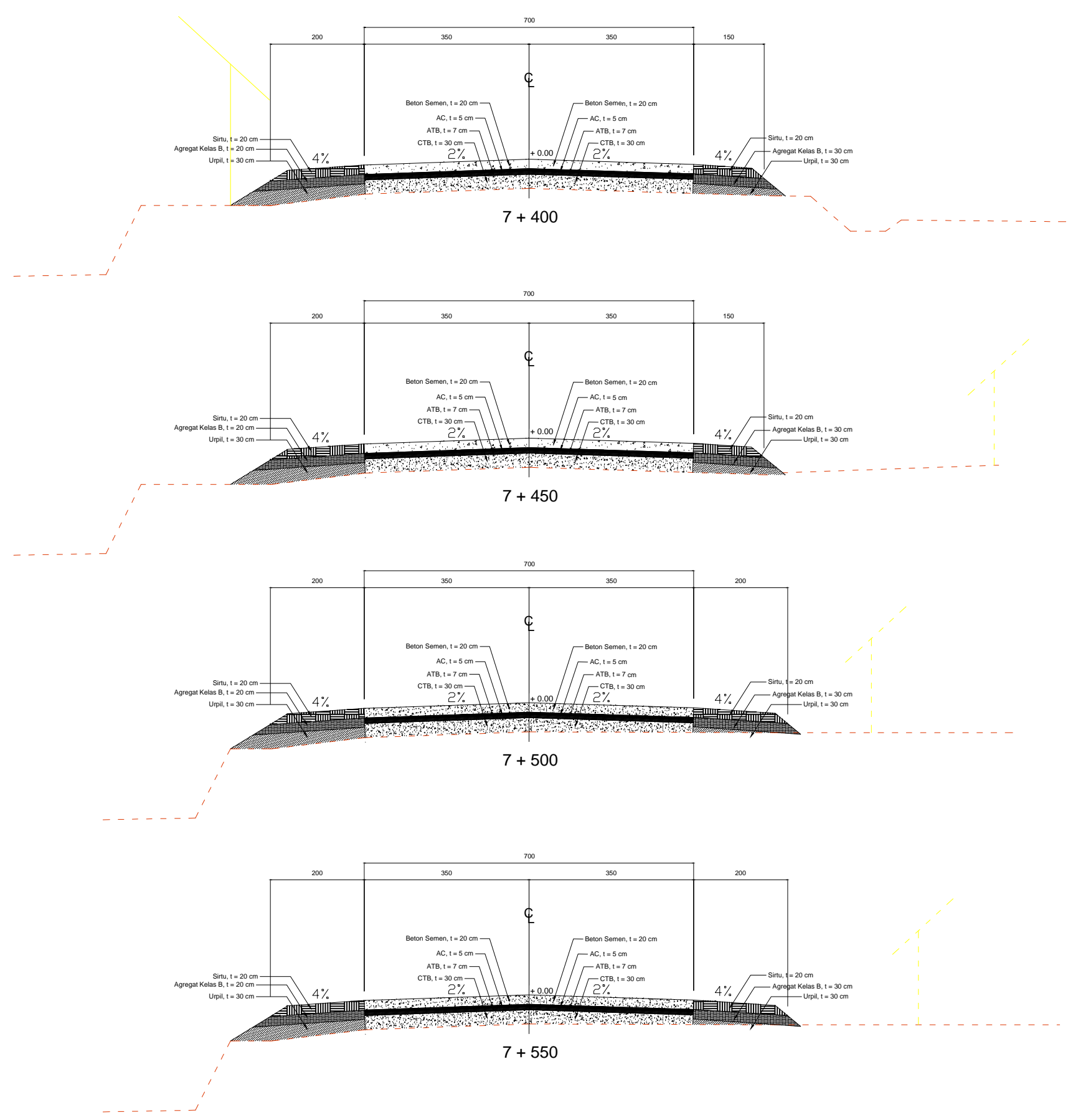
FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

31 42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
32	42

KETERANGAN :

JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

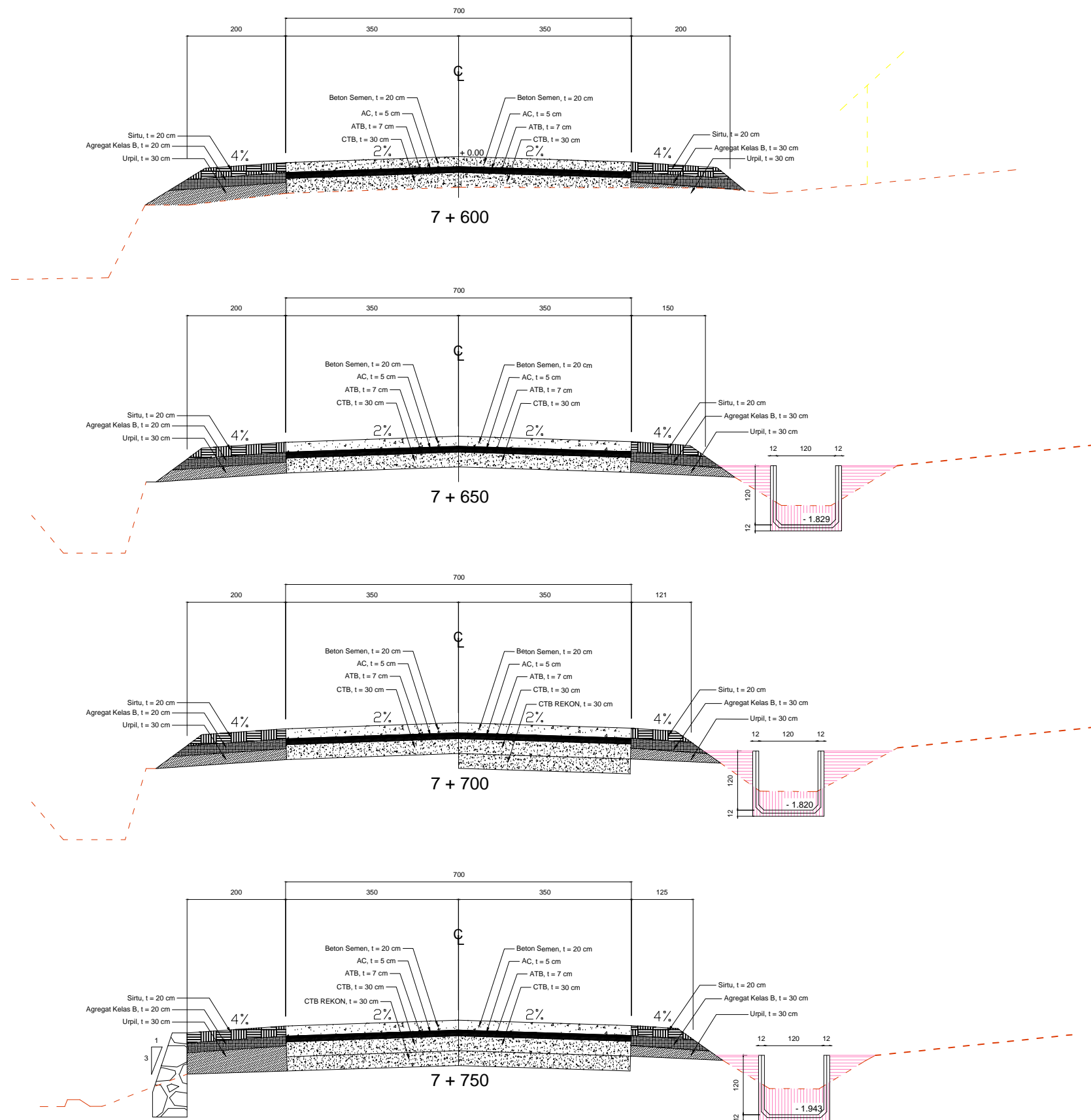
MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
33	42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

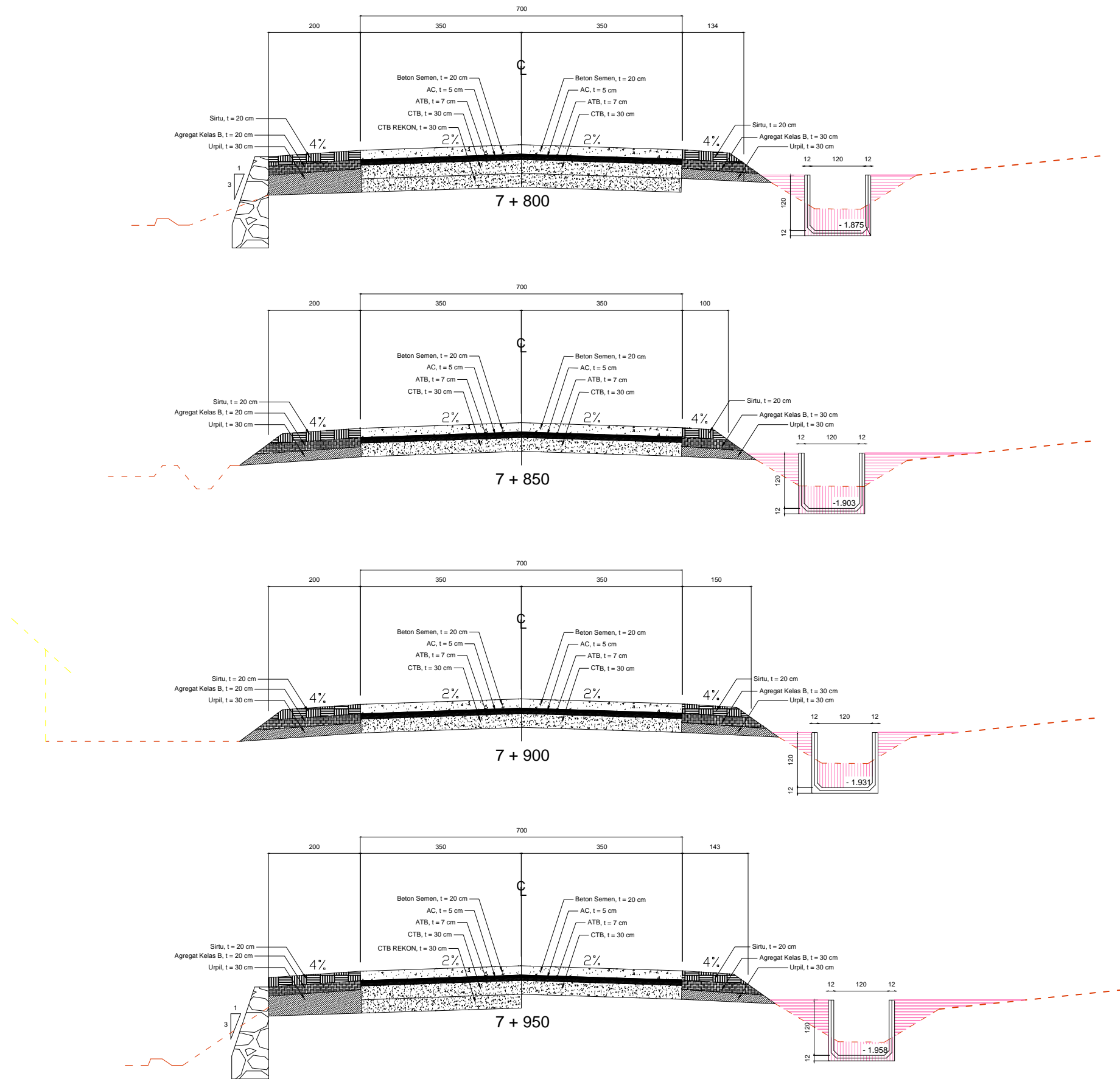
MAHASISWA

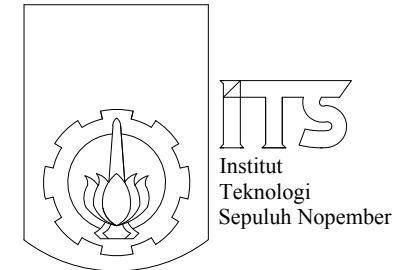
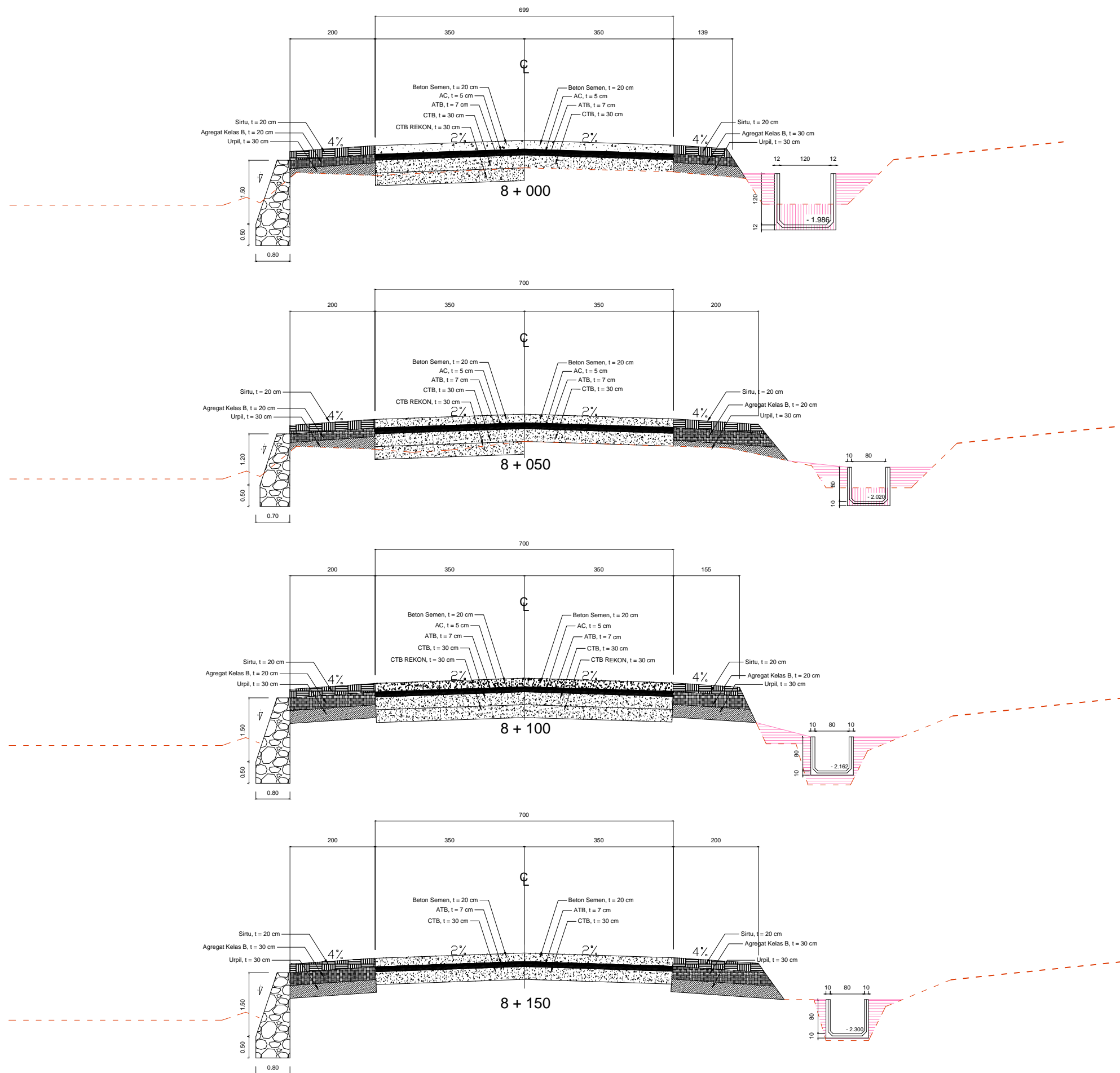
FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
34	42

KETERANGAN :





JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Cross Section

SKALA

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

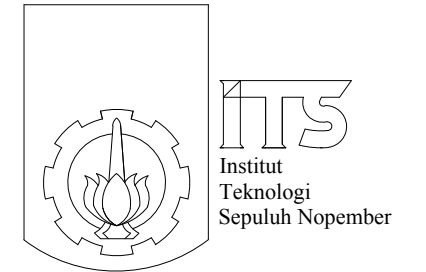
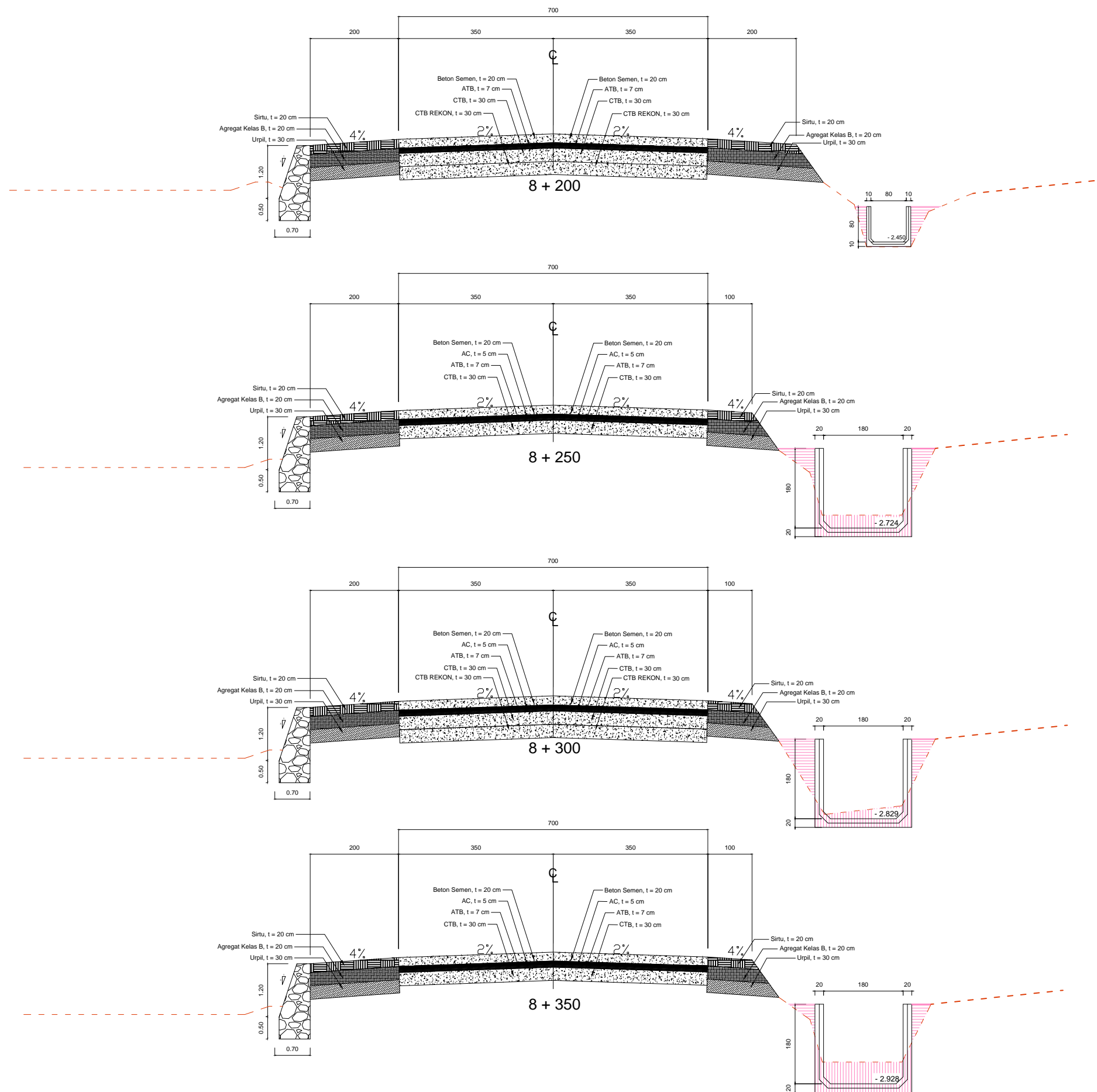
NOMOR HALAMAN

35

JUMLAH HALAMAN

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR SKALA

Cross Section

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

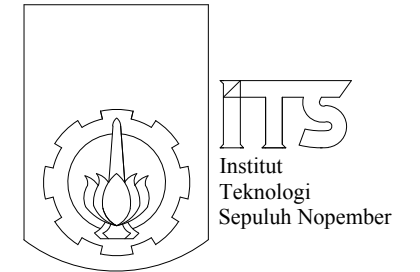
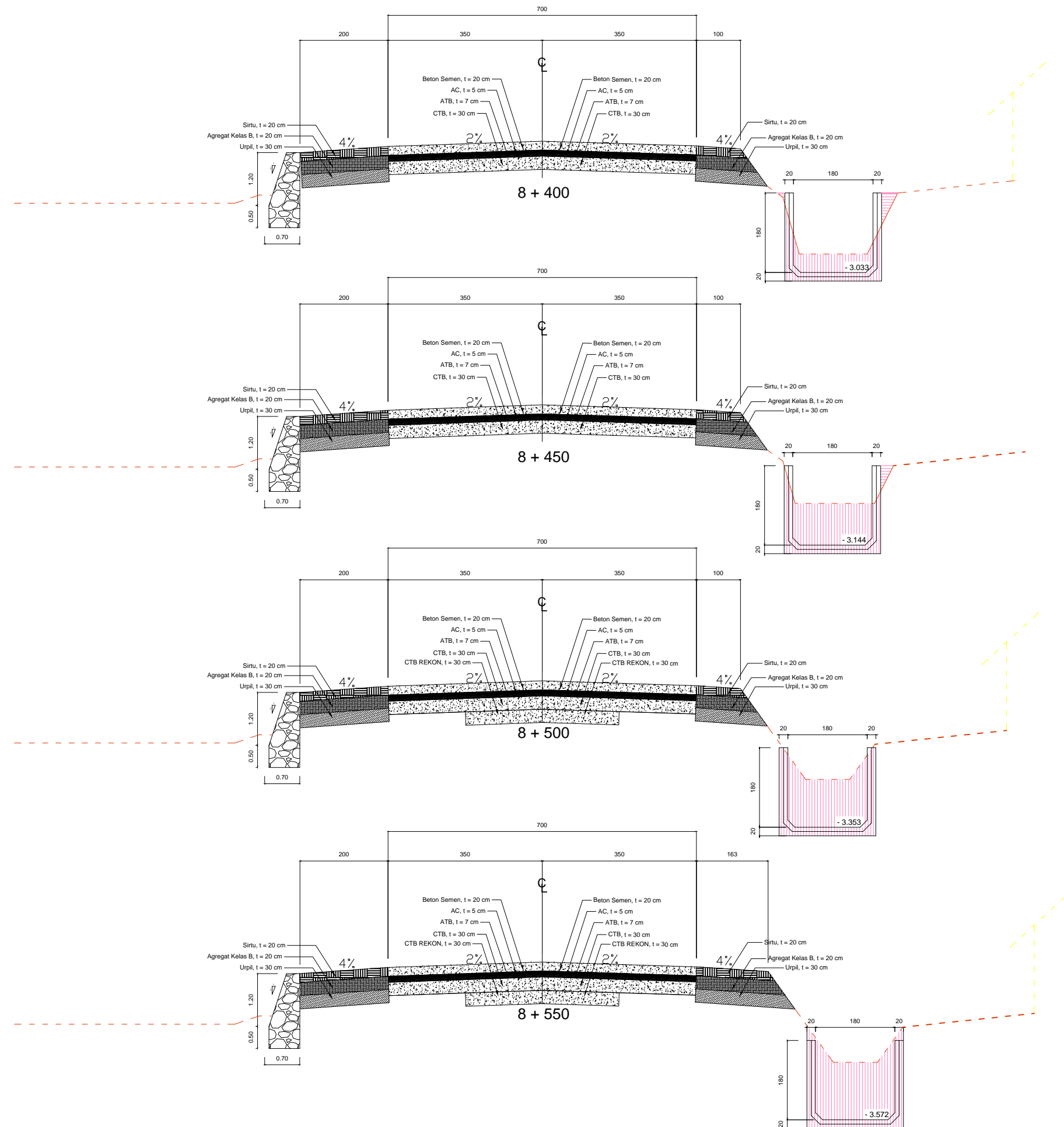
REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

36

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR SKALA

Cross Section 1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

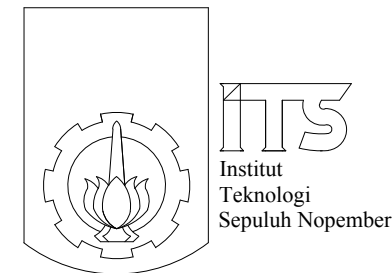
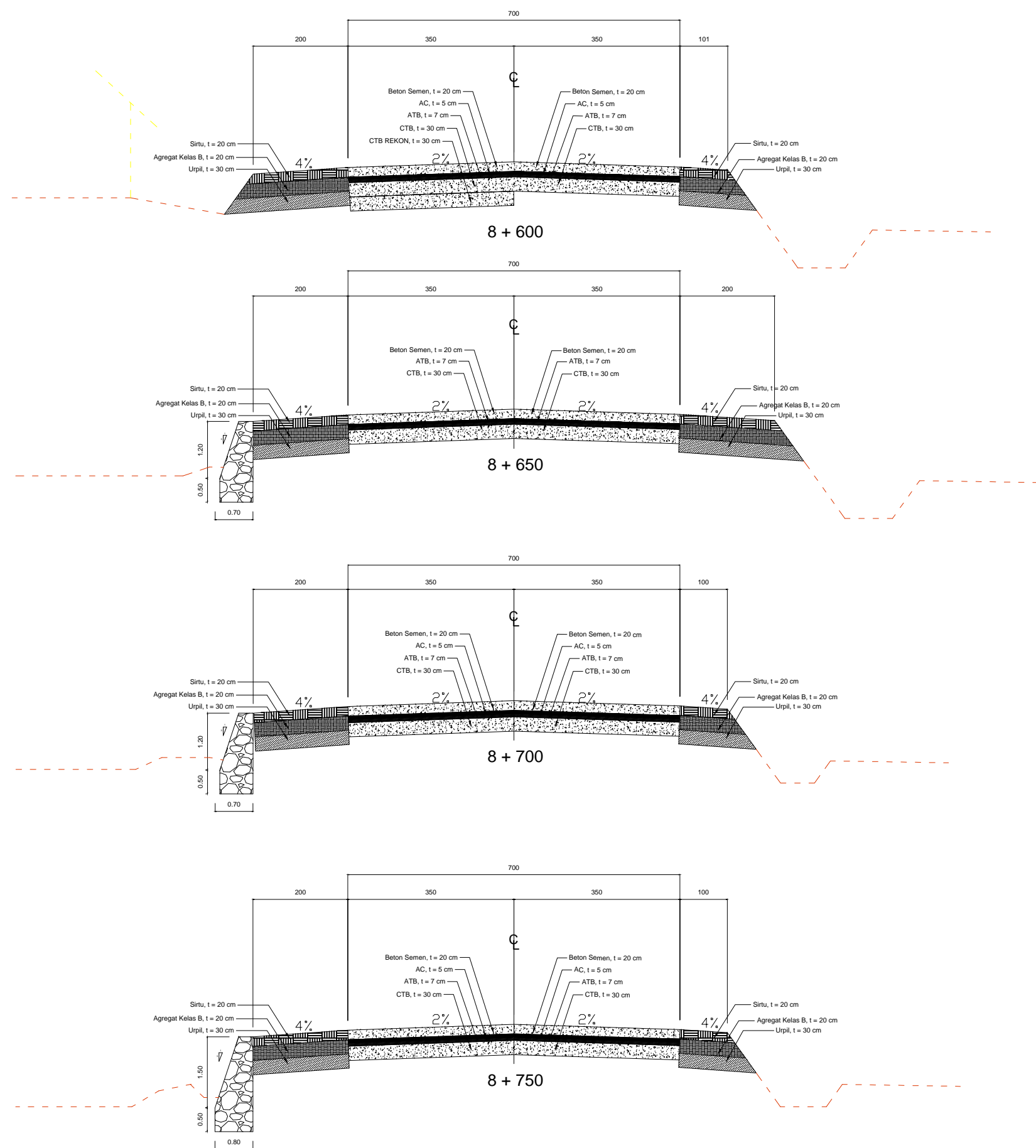
FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

37 42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR

Cross Section

SKALA

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

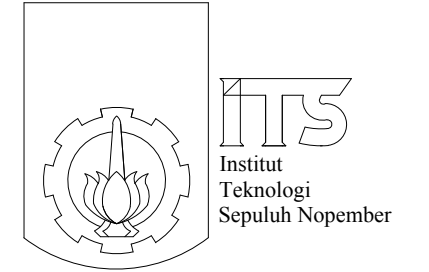
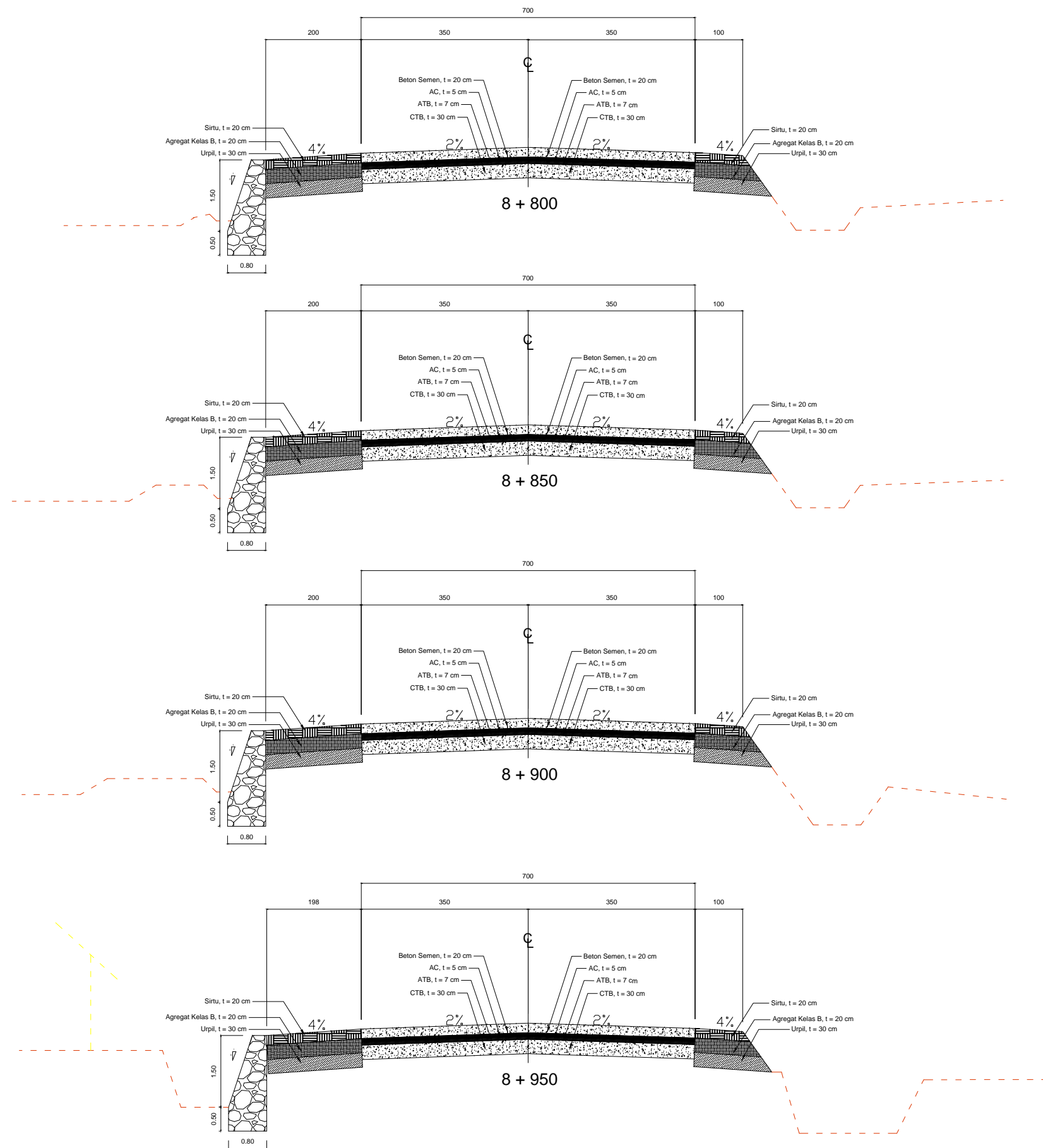
NOMOR HALAMAN

38

JUMLAH HALAMAN

42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR SKALA

Cross Section 1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

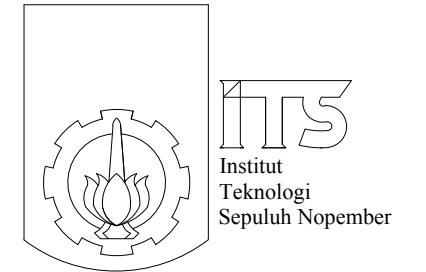
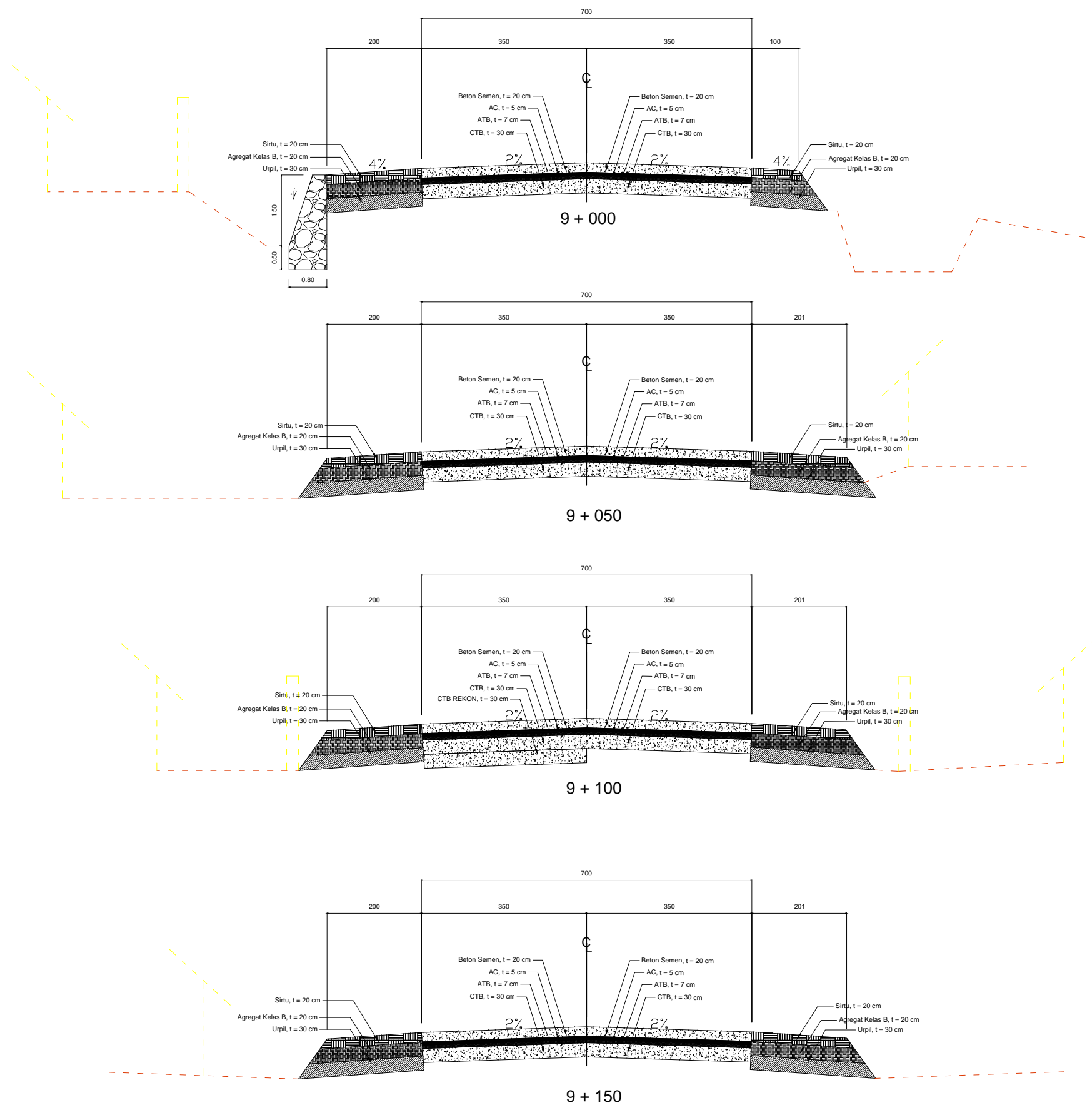
FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

39 42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR SKALA

Cross Section 1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

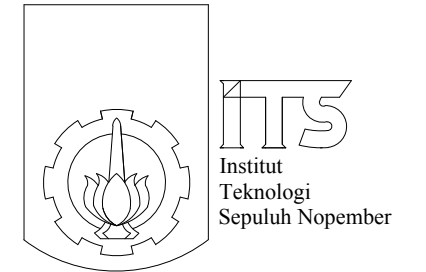
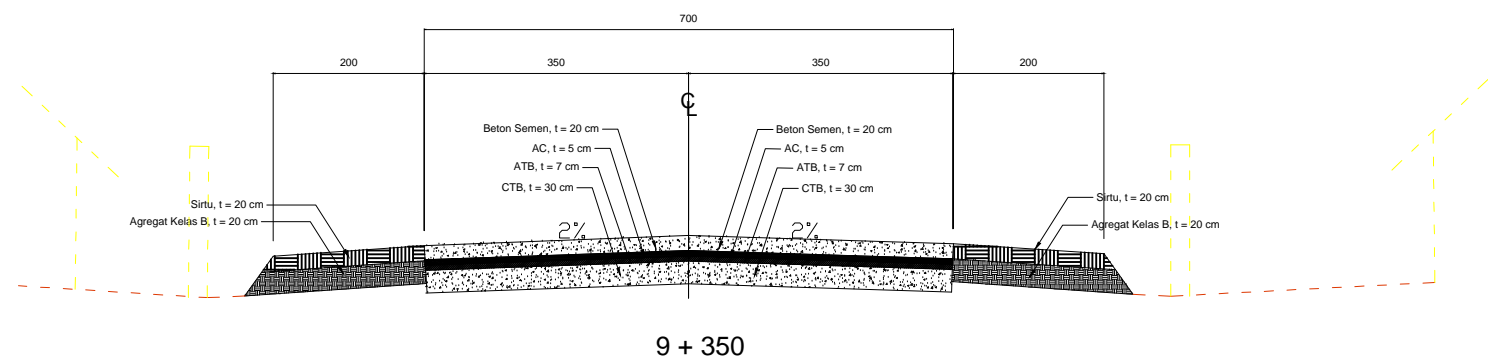
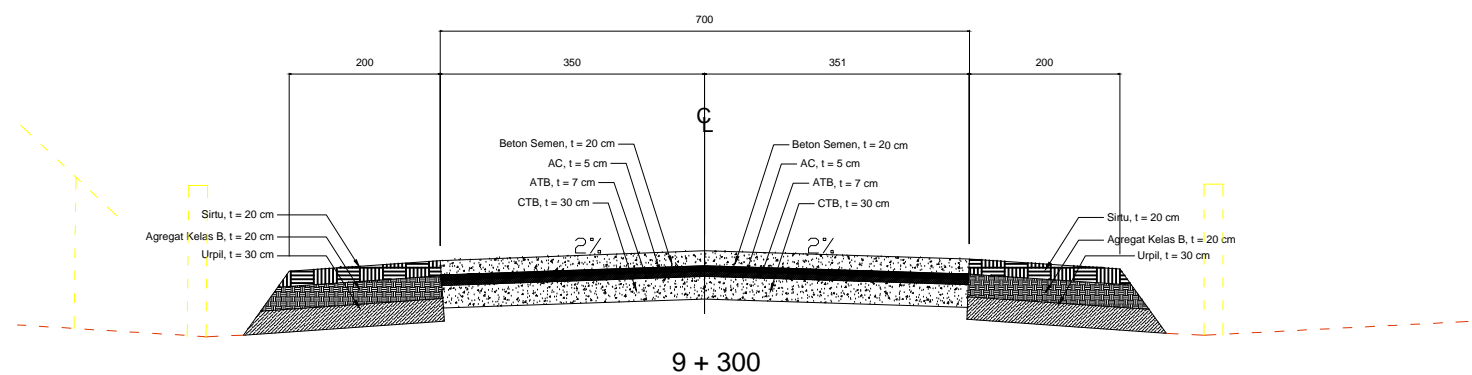
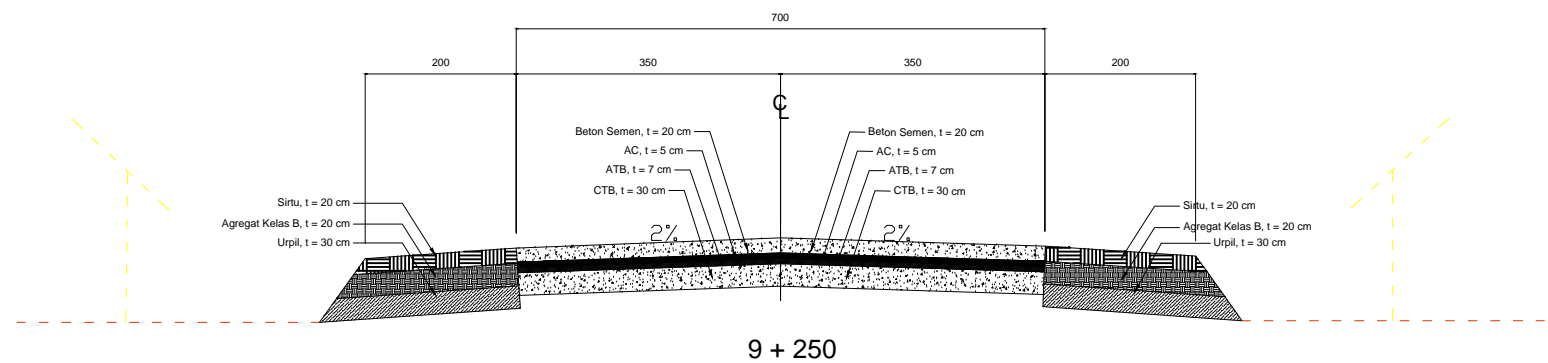
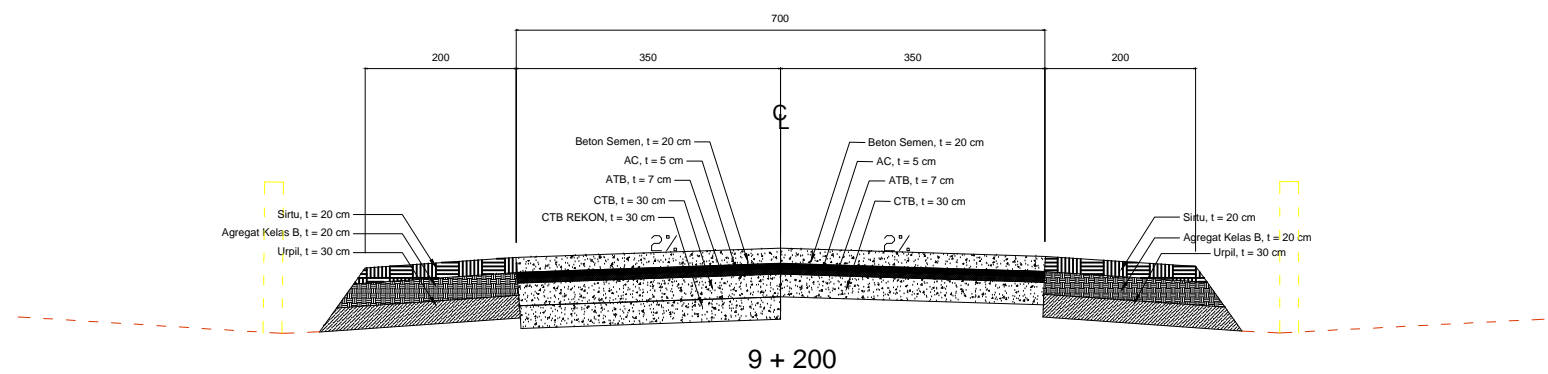
FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN JUMLAH HALAMAN

40 42

KETERANGAN :



JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

**Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku**

JUDUL GAMBAR **SKALA**

Cross Section

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN **JUMLAH HALAMAN**

41

42

KETERANGAN :

JURUSAN

D3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI

NAMA GAMBAR

Modifikasi Desain
Perkerasan Kaku

JUDUL GAMBAR	SKALA
Cross Section	1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi, MS.

MAHASISWA

FAJAR MALIK
3114030134

REZA ALFATHAN PURNADI
3114030146

NOMOR HALAMAN	JUMLAH HALAMAN
42	42

KETERANGAN :

